COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
DE
L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANTE-SIXIÈME

ANNÉE 1960

N° 15 — Séances des 9 et 16 novembre 1960

PARIS

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

18, RUE DE BELLECHASSE, 18

(7e Arrt) — Invalides : 10-37

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours, de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous Louis XV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein à côté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

***

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(*Suite page III*)

AVIS IMPORTANT

à l'attention de MM. les abonnés

Tarif d'Abonnement pour l'année 1961

France; Départements et Territoires d'Outre-Mer	Abonnement annuel. . . .	1.800 fr.	ou	18,00 NF
	Le numéro	150 fr.	ou	1,50 NF
Étranger	Abonnement annuel. . . .	2.200 fr.	ou	22,00 NF
	Le numéro	200 fr.	ou	2,00 NF

***

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 2.800 fr. ou 28 NF la collection reliée et de 2.300 fr. ou 23 NF en fascicules séparés.

Les collections antérieures à 1950 : reliées 3.000 fr. ou 30 NF, en fascicules séparés 2.500 fr. ou 25 NF, port en sus.

L'Académie peut également fournir des reliures mobiles, qualité maroquin, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription: Académie d'Agriculture de France, Comptes rendus des Séances; 20 tringles : non millésimées : 550 fr. ou 5,50 NF, millésimées : 650 fr. ou 6,50 NF, port en sus.

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France, 18, rue de Bellechasse, Paris-VII^{e}.

***

Le Bureau espère que MM. les abonnés voudront bien continuer à témoigner aux *Comptes Rendus* l'intérêt qu'ils leur ont porté jusqu'à maintenant. Il les en remercie par avance.

***

Les abonnements ont toujours été renouvelés tacitement, mais le Bureau se permet d'insister pour que **leur renouvellement,** accompagné de leur montant, **ait lieu dès que possible,** par chèque sur Paris, mandat-carte au nom de l'Académie d'Agriculture, **ou de préférence par virement postal au compte chèques postaux Paris 3829-19.**

***

Aucun numéro manquant demandé après les envois réguliers, qu'il s'agisse d'abonnement, de service ou d'échange, ne sera envoyé gratuitement. Tout exemplaire expédié dans ces conditions sera à régler au prix du tarif ci-dessus, port en sus.

Toute demande de changement d'adresse doit être accompagnée d'une bande-adresse et de 100 fr. ou 1 NF en timbres-poste.

I. A. 96.952

SÉANCE DU 9 NOVEMBRE 1960

Présidence de M. de VILMORIN

M. le Président. — Nous venons d'apprendre avec regret le décès de notre Correspondant de la Section des Élevages, M^me^ Germaine Chéron. Les vives condoléances de l'Académie ont été exprimées à la famille de la défunte. Dans une prochaine séance, M. Letard voudra bien rappeler l'œuvre intéressante de M^me^ Chéron.

UN PROGRAMME D'ÉTUDES SUR LES ASPECTS ET LES ÉTAPES DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EN FRANCE

M. le Secrétaire perpétuel. — A l'image d'une publication récemment faite dans un pays voisin et suivant une suggestion qui est due à M. Chombart de Lauwe, votre Bureau a étudié le programme d'une série de communications qui viseraient à remettre en lumière *les tendances successives ainsi que les acquisitions de la Recherche agronomique dans notre pays.*

Les éléments de ce programme seraient classés en un certain nombre de périodes historiques et, dans chacune de ces périodes, ils rappelleraient brièvement les travaux les plus caractéristiques.

Après leur présentation à l'Académie et leur discussion, ces diverses Notes seraient regroupées en une publication spéciale qui devrait échoir pour la célébration du second centenaire de notre Compagnie (probablement en mai ou juin 1961). Au cours des réunions alors prévues, il semblerait intéressant de prolonger les études ainsi faites et de discuter *les lignes de recherches à envisager pour le proche avenir, dans le cadre d'une collaboration internationale.*

Votre Bureau remercie en votre nom tous ceux de nos Confrères qui ont bien voulu se charger de la présentation des diverses Notes. Il est à prévoir, toutefois, que les communications ne pourront avoir lieu devant l'Académie dans l'ordre exact des périodes historiques qui sont à évoquer : c'est seulement dans la publication définitive que le classement chronologique se trouvera rétabli.

La première communication de la série est faite aujourd'hui par M. Hénin : le sujet qu'il traite est d'ailleurs susceptible d'éclairer les diverses périodes de la Recherche agronomique.

I. L'INTERPRÉTATION DU FAIT EXPÉRIMENTAL EN AGRONOMIE : SON ÉVOLUTION HISTORIQUE

M. S. Hénin. — Pour traiter dans une courte note le sujet proposé par notre bureau, il me faudra nécessairement envisager les choses sous un aspect schématique presque caricatural. D'autre part, l'évolution des connaissances a été très lente aussi, pour détacher plus nettement ses différentes étapes, a-t-il fallu envisager un intervalle de temps assez étendu et considérer « l'histoire de la pensée agronomique » du XVI^e^ au XIX^e^ siècle. Enfin, le sujet sera limité à l'examen de quelques problèmes

concernant l'alimentation et la fertilisation des végétaux, car ils sont les plus faciles à schématiser.

Pour fixer un point de départ, rappelons ce qu'Olivier de Serres dit de l'emploi du fumier, ces phrases caractérisant bien un type de raisonnement.

« Le fumer des terres est une très notable part du ménage étant notoire à tous ceux qui font profession de manier la terre que c'est le fumier qui réjouit, réchauffe, engraisse, amollit, dompte et rend aisé les terres fâchées et lasses par trop de travail, celles qui de nature sont froides, maigres, dures, amères, rebelles et difficiles à cultiver tant il est vertueux... la valeur du fumier consistant en la chaleur fait que plus il est prisé, plus il abonde en cette qualité là comme le moins recherchable est le plus froid. » On croirait entendre les commentaires d'un médecin de Molière.

Sous cette avalanche de qualificatifs, on peut noter certaines observations qui restent encore valables de nos jours, telles que l'amélioration des propriétés physiques des terres. On y trouve aussi une évaluation de la qualité des fumiers identifiée à la température qu'ils prennent lorsqu'ils sont entassés. Il est bien question aussi d'un accroissement de fertilité. Mais le fait remarquable est que ces observations exactes apparaissent au travers d'appréciations qui se veulent explicatives et qui, en fait, ne sont que le transfert aux effets de la fumure d'un certain nombre d'impressions purement anthropomorphiques.

Pour fixer une autre étape, considérons le mémoire sur les argiles présenté par Baume à l'Académie de Bordeaux en 1769 pour répondre à une question concernant la nature des argiles et les moyens de les fertiliser. On y trouve certaines observations précises et en particulier Baume signale qu'il n'y a pas de fumier chaud ou de fumier froid, mais des fumiers plus ou moins humides. Du coup leurs qualités se ramènent à une question de concentration, c'est-à-dire que les plus secs renferment une plus grande quantité de substance fertilisante. Quant à cette substance favorable à la végétation, elle est saline, extractive, savonneuse et dans un état analogue aux plantes.

Autre étape dans le temps, les travaux de Thaër pour qui les plantes tirent de l'humus ou de la décomposition des matières animales et végétales les substances nécessaires à leur nourriture. Il s'agit des sucs nourriciers qui pour cet auteur sont « cette partie du terreau qui se trouve en état de passer dans les suçoirs des plantes ».

Même opinion chez Mathieu de Dombasle qui voit « l'absorption par le sol des principes fertilisants contenus dans l'atmosphère et une évolution des substances organiques les rendant assimilables par les végétaux »; Boussingault suivra d'ailleurs la même voie, surtout dans ses premières publications.

On sent derrière tous ces raisonnements qu'un sentiment profond commande la pensée des auteurs. La vie ne se crée pas, elle se transmet et seule une matière ayant été vivante peut servir d'aliment à un être vivant de la même manière, au fond, que l'homme assure sa nourriture.

Bien sûr, on n'a pas été sans remarquer l'effet sur la végétation et sur le sol d'un certain nombre de substances minérales. C'est le cas de la chaux, du plâtre, de certains composés de l'azote, mais « il s'agit là d'amendements agissant en stimulant les organes végétaux ou en exerçant quelque action sur les principes constituants du sol » (Mathieu de Dombasle).

Ainsi, curieusement, à cette époque on attribuait aux matières minérales un rôle de stimulant, de catalyseur que certains tenants de l'humus attribuent maintenant à la matière organique; le rôle des matières minérales ayant été enfin élucidé. C'est une façon commode de localiser sur une substance la marge d'incertitude qui pèse sur un phénomène, c'est ce que les philosophes appellent une manifestation du substantialisme.

Enfin, pour marquer une dernière étape, je citerai quelques lignes tirées d'un ouvrage encyclopédique intitulé « Un million de faits » (publié en 1851) et qui réserve un chapitre à l'agriculture. Voici quelques extraits d'un paragraphe intitulé « Étude des substances fertilisantes ou coprologie ». Ces dernières agissent :

1° par actions mécaniques;

2° chimiquement en activant la décomposition des matières inertes;

3° en augmentant la force d'adsorption des racines;

4° comme contenant en elles-mêmes et fournissant directement aux plantes les principes de la nutrition, ce qui est particulièrement le cas des substances d'origine organique.

En face de cette évolution, nous avons eu fort heureusement les travaux des physiologistes qui progressivement ont établi les principes de la nutrition végétale, qu'il s'agisse de l'absorption de CO_2 ou des matières minérales. Les étapes en sont suffisamment connues pour que nous n'y revenions pas ici.

Pour arriver à établir cet ensemble de faits, on a employé un certain nombre de procédés que l'on a coutume de codifier. Ce sont les trois méthodes classiques :

— analytique : étude de la composition du végétal pour déterminer les substances utiles;

— synthétique : qui permet de mettre en évidence le rôle des éléments minéraux;

— enfin, la méthode mixte qui consiste à introduire dans un milieu, non ou partiellement analysé, une substance susceptible d'avoir une action sur la végétation.

Cette dernière technique représente une expérience complexe, elle met en cause simultanément les relations entre la substance, la plante et le comportement de la substance dans le sol, comportement qui peut être plus ou moins influencé par le milieu climatique sous lequel le sol est placé.

Ce sont, bien entendu, les deux premières méthodes qui ont permis d'établir les faits les plus démonstratifs. La dernière méthode a surtout comme valeur de préparer la mise au point technique des résultats du laboratoire.

Il s'agit là d'ailleurs simplement de procédés. Les règles d'emploi supposent un programme, une attitude de l'homme, et c'est à Claude Bernard qu'il faudrait se référer pour voir codifier, de la manière la plus claire et la plus concrète, les conditions d'emploi et d'interprétation des procédés classiques d'étude de l'alimentation des plantes.

Or, « l'introduction à l'étude de la médecine expérimentale » date de 1880, c'est dire qu'elle est venue bien tard et que certainement elle n'a pas influencé l'évolution de nos connaissances; ceci est normal, les doctrines philosophiques, les méthodologies plus particulièrement ont un caractère normatif et ne viennent qu'après coup.

Si nous recommençons à jeter un regard dans le passé, nous constatons d'ailleurs que ces procédés de recherche avaient été utilisés depuis fort longtemps. Dès le début du XVII^e^ siècle, van Helmont cultive pendant cinq ans un saule dans un pot de terre et mesure l'augmentation de poids du jeune arbre, c'est une première application de la méthode synthétique. Duhamel du Monceau l'emploiera également. Théodore de Saussure utilise la méthode analytique aussi bien que la méthode synthétique et de nombreux auteurs se sont adressés à la méthode mixte. Or, tous ces travaux sont bien antérieurs ou correspondent au début de l'acquisition des idées actuelles. Ce n'est donc pas seulement la méthode qui a permis l'acquisition de nos connaissances, pas même d'ailleurs que l'évolution de la pensée philosophique. Nos progrès sont attribuables en partie à ceux des disciplines de base, de la chimie en particulier, mais surtout à une victoire de l'homme sur lui-même lui ayant permis de surmonter ce que nous appellerons avec Bachelard l'obstacle épistémologique.

Il faut entendre par là, la conception que l'expérimentateur a du monde extérieur. C'est toute la notion de compréhension qui se trouve ainsi mise en question. L'hypothèse, l'idée expérimentale de Claude Bernard, supposent une conception, *a priori*, des choses. Si l'expérimentateur, ou même simplement l'observateur, étudie un phénomène en l'ayant déjà rattaché à ses vues *a priori* il situera nécessairement ses explications dans le cadre de ses conceptions.

Au tout début de la connaissance, l'homme se sert comme éléments de comparaison des faits qui lui sont les plus familiers et qui deviennent ainsi les plus fondamentaux. Les premières études sur la chaleur conduisent à des explications qui sont basées sur des sensations de bien-être ou de douleur dues à la chaleur. Bien plus, on extrapole sur cette base et dans les tables de présence baconiennes, on voit rapprocher des phénomènes uniquement sur la base des impressions qu'ils produisent. Dans cet ordre d'idée par exemple, on essaye d'expliquer les manifestations de la foudre par une comparaison avec le coup de canon. C'est qu'il semble en effet qu'une fois le phénomène rattaché à des impressions si fondamentales qu'elles paraissent innées, on ait obtenu une explication.

C'est parce que ces comparaisons, ces analogies, reposaient parfois sur des réalités que des éléments valables de la connaissance ont pu être dégagés et que notre science a pu se développer.

C'est ainsi que le simple raisonnement a permis d'aboutir, dans certains cas, à des concepts valables. Dès 1560, Bernard Palissy constatant la valeur fertilisante des cendres de végétaux affirmait que l'apport de fumier devait son efficacité à la restitution au sol des éléments minéraux soustraits par la végétation. Fait plus significatif encore, Liebig prend position en faveur de l'alimentation minérale contre l'action de l'humus en se basant sur la disproportion entre les quantités d'humus libérées par le sol et susceptibles d'être utilisées par la végétation et la masse de cette même végétation.

Si, à titre de comparaison, on considère les progrès spectaculaires dus à la chimie qui est passée par les mêmes tâtonnements que les autres sciences et bien entendu que l'agronomie, on constate que les grandes découvertes viennent du fait que l'on a su réduire les conclusions de l'expérience à un aspect particulier de la réalité. La loi de Lavoisier n'est que la transposition des conditions de l'emploi de la balance à l'étude du phénomène chimique. Les conclusions que l'on pouvait en tirer paraissaient d'une simplicité enfantine vis-à-vis des phénomènes. Les explications antérieures, la théorie du phlogistique en particulier étaient infiniment plus séduisantes et les raisonnements qui en découlaient avaient une force de conviction beaucoup plus grande. Mais c'est après avoir réduit la notion de substance à celle de poids que l'on a pu ensuite établir les lois fondamentales qui, complétant celle de Lavoisier, allaient permettre de préciser les notions de base de la chimie et ouvrir ainsi à cette science les admirables perspectives que l'homme a su si remarquablement exploiter.

Par-delà l'arsenal des méthodes, la diversité des écoles, le progrès de nos idées est lié à une sorte de déshumanisation des concepts familiers. En d'autres termes, il faut substituer au sentiment complexe que nous avons des choses un certain aspect simplifié et artificiel qui résulte de la mesure. Cette étape n'est plus un problème d'analyse, mais de psychanalyse. En face des difficultés que nous oppose la complexité des faits naturels, il y a ceux que crée notre propre psychologie. C'est ainsi que la formation du chercheur consiste, on le sait bien, non seulement à lui faire connaître un certain nombre de sciences, mais à l'entraîner à une gymnastique de l'esprit. Cet aspect psychologique n'est-il pas également un des obstacles que rencontre la transmission des données de la science et de la technique, je veux parler des problèmes d'enseignement et de vulgarisation.

C'est dans ce sens que j'orienterai ma conclusion. Dans tout ce que

nous avons vu, il ressort que le succès de la recherche n'est pas lié à tel ou tel protocole expérimental, mais au choix des objets mis en expérience et à la façon dont on aborde l'étude du phénomène. La mode aujourd'hui est à la recherche, tout le monde veut en faire, il semble qu'il suffise d'introduire quelque élément nouveau dans un milieu, d'analyser quelque objet inconnu pour pouvoir faire progresser nos connaissances. Nous sommes bien loin de la réalité si l'on en juge par les quelques faits historiques que nous venons de méditer. Certes, au niveau du praticien, il est toujours possible d'essayer une technique nouvelle et de la comparer à l'ancienne. Pour qu'une telle comparaison soit valable, il faut respecter un certain nombre d'impératifs et apprécier les résultats en utilisant la méthode statistique, mais on n'aura pas fait de recherche pour autant, contrairement à une opinion qui tend à se répandre. De tels essais sont non seulement utiles, ils sont indispensables si l'on veut pouvoir recommander une technique nouvelle, mais la valeur du résultat du point de vue de la connaissance fondamentale sera bien souvent minime et parfois nulle. Dans la mesure où le résultat peut être utilisable, c'est parce que l'essai sera le prolongement d'un raisonnement établi à partir de propriétés correctement choisies et fidèlement mesurées.

Malgré tous les enseignements de l'histoire l'homme commet toujours les mêmes erreurs parce que l'apparence infiniment variée des événements cache leur unité profonde. Toutefois, il faut bien reconnaître aussi que l'on commettrait d'autres erreurs si l'on voulait établir entre les faits de fausse analogie basés sur des concepts *a priori*. C'est à l'échelon des structures lors de l'établissement des programmes qu'il faut intervenir pour réserver à chaque forme d'activité les moyens qui lui sont nécessaires. Je souhaite que ceux qui sont chargés de répartir la tâche entre les différents organismes de recherche, d'assistance technique, de vulgarisation, n'oublient pas les leçons de l'histoire des sciences et définissent suffisamment leur but, choisissent et forment judicieusement leur personnel, pour ne pas créer une confusion qui détournerait les moyens de leur juste destination.

M. Barbier. — Je voudrais poser à M. Hénin une question qui ne touche d'ailleurs pas au fond du problème qu'il a traité. J'aimerais savoir si, historiquement, je le pense d'ailleurs, la méthode analytique, en matière notamment de nutrition des plantes au sens large, a précédé la méthode synthétique.

Je pose la question parce que, actuellement, la méthode synthétique est reine pour certains aspects de la nutrition minérale; en particulier, la dernière acquisition en ce domaine, c'est la nécessité du chlore pour les plantes, laquelle n'a pu être mise en évidence qu'en purifiant à fond les milieux synthétiques de culture.

Je me demande s'il aurait été facile de réaliser des milieux synthétiques si on n'avait pas connu d'abord la composition des plantes.

M. Hénin. — Il est difficile de répondre à cette question, car dans cette évolution tous les éléments de l'explication se sont précisés simultanément. Par exemple : la première réponse que nous donne Bernard Palissy peut être considérée comme de nature analytique, les cendres des végétaux représentant un constituant du matériel vivant. D'un point de vue strictement chimique l'indication reste vague. En ce qui concerne les autres auteurs, surtout pendant le XVIII^e^ siècle, on a le sentiment que méthode analytique et synthétique progressent sans nécessairement interférer l'une avec l'autre.

M. Lavollay. — Je suis d'accord avec les idées de M. Hénin, notamment avec les conclusions de son exposé, auxquelles je donne ma profonde adhésion. Je désire cependant commenter un bref passage de la communication : celui qui concerne la méthode synthétique comme moyen

d'accès à la connaissance des éléments indispensables. Les acquisitions dues à cette méthode apparaissent comme intimement liées au degré de perfectionnement des techniques qu'elle utilise (techniques d'analyse chimique, de purification des milieux, de contrôle physiologique). L'historique de la récente promotion du chlore au rang d'oligo-élément indispensable pour les végétaux chlorophylliens en constitue l'un des meilleurs exemples.

M. Hénin. — Je note avec plaisir l'adhésion de notre Confrère aux conclusions que je viens de vous présenter. Son témoignage me paraît montrer que la seule leçon qui puisse être dégagée de notre bref historique, se trouve confirmée. On peut la résumer en disant que les auteurs qui ont vu leurs idées confirmées sont ceux qui n'ont pas voulu prêter aux phénomènes plus que les mesures et les observations ne leur permettaient d'atteindre.

M. Désiré Leroux. — M. Barbier se demande si, dans la recherche agronomique, la méthode analytique a précédé la méthode synthétique ou inversement.

Personnellement, il m'apparaît à la lumière de l'Histoire, que la progression de nos connaissances sur la nutrition des plantes, est essentiellement due à l'association par les expérimentateurs de ces deux méthodes d'investigation. Je pense tout particulièrement aux beaux travaux de Théodore de Saussure, de Jules Raulin, de notre illustre Confrère, M. Gabriel Bertrand.

M. Baratte. — Je crois qu'on ne saurait trop souligner les conclusions de M. Hénin. Si nous voulons faire une comparaison, nous dirons qu'avec une bonne machine, on peut faire du bon ou du mauvais travail. Même avec un excellent ciseau et un marteau remarquable, rien ne prouve que d'un bloc de marbre, on sortira une belle œuvre d'art. Tout dépend du sculpteur qui manie le ciseau.

Je crois que le chercheur, en cette matière, est un peu un artiste. Supposez que nous arrivions à mettre au point des robots perfectionnés pour utiliser les méthodes et les techniques les plus parfaites qui soient, ces robots n'auront jamais « l'étincelle » humaine que le chercheur doit posséder. On peut faire de la routine, on peut faire du bon travail d'amélioration, mais si on n'a pas le sens aigu de recherche, les progrès resteront mineurs et sans commune mesure avec ce que peut apporter une véritable recherche réussie. En cette matière, je crois, la France reste en tête du progrès, malgré la disproportion des moyens entre notre pays et beaucoup de pays étrangers.

M. Leroy. — Je ne serais pas intervenu dans cette discussion s'il n'avait pas été question de la formation et de la vocation du chercheur.

Je regrette de ne pas avoir entendu dire, au cours de cette discussion, quelle devait être l'orientation nouvelle de la recherche, particulièrement en matière de biologie. Bien sûr, par les méthodes analytiques précises dont nous disposons aujourd'hui, nous arrivons à indiquer que tel élément est indispensable.

Le but de la recherche n'est plus de constater que tel élément est indispensable et c'est en pensant à l'intervention de notre ami Baratte que je renforce encore ma pensée.

Le chercheur qui travaille, à l'heure actuelle, dans le domaine de la biologie, doit s'ingénier à découvrir — ce n'est pas commode, ce sera peut-être dans cent ans qu'on arrivera à quelque progrès dans ce sens — par quel mécanisme, un élément déterminé, tel le chrome, par exemple, est utilisé par les animaux ou par les végétaux.

Je crois que c'est un peu dans cette idée qu'il faut préparer les chercheurs. Il faut orienter ces derniers, non pas seulement sur des travaux

analytiques si perfectionnés qu'ils soient, si précieux et si pratiques pour nous, mais vers cela.

Je prends pour exemple les bons résultats obtenus par les équipes qui s'occupent, à l'heure actuelle, de la nutrition. C'est cette étude minutieuse de chacun des mécanismes physiologiques qui doit être entreprise dans l'avenir.

M. Chombart de Lauwe. — Je voudrais poser une question à M. Hénin à propos de son exposé très complet sur l'évolution de l'interprétation expérimentale en agronomie depuis Olivier de Serres jusqu'à nos jours.

Un point me paraît important : c'est l'époque à laquelle a été introduite l'expérimentation dans les sciences agronomiques. Pour ma part, je constate que les progrès des sciences agronomiques ont été grandement stimulés par les progrès méthodologiques réalisés dans les autres sciences.

En ce qui concerne Claude Bernard dont M. Hénin a parlé brièvement, il ne peut être considéré comme l'inventeur de la méthode expérimentale. Le grand mérite de Claude Bernard est d'avoir présenté la méthode expérimentale sous une forme extrêmement simple et assimilable. Mais, bien avant Claude Bernard, la méthode expérimentale avait été appliquée par d'autres chercheurs. Ajoutons que les trois phases de la méthode expérimentale (observation des faits, interprétation des faits, vérification des faits) comportent à la fois l'emploi de la méthode analytique et de la méthode synthétique.

L'important dans une analyse, en quelque sorte historique, de l'évolution de la recherche, est l'époque à laquelle on a introduit, dans les sciences agronomiques proprement dites, la méthode expérimentale. A partir de ce moment les progrès accomplis ont été beaucoup plus rapides.

M. Hénin. — Tout en partageant l'opinion de notre Confrère, je préférais m'exprimer d'une manière différente pour éviter les confusions que les tendances actuelles sont susceptibles d'introduire dans les esprits.

Il faut considérer avec Claude Bernard que la méthode expérimentale est faite d'une série d'opérations physiques coordonnée par le raisonnement. Mais cette méthode s'est créée très progressivement dans la mesure où les méthodes s'affinaient et les concepts scientifiques s'élaboraient. Il est pratiquement impossible de fixer une date de naissance à la méthode expérimentale. Si l'on se réfère à Claude Bernard, on se trouve devant une situation trop bien définie pour pouvoir analyser les difficultés rencontrées par l'homme pour atteindre ce résultat. C'est au contraire en examinant les tâtonnements des chercheurs durant cette période de gestation que l'on peut tirer des enseignements utiles. Et c'est pourquoi tout en rendant hommage à notre grand savant il ne m'a pas paru nécessaire de faire état de son œuvre philosophique.

M. Ferrand. — La méthode expérimentale est en effet fondamentale pour le progrès de la recherche agronomique. Elle se rapporte notamment à la recherche de plein champ.

C'est à partir du moment où nous avons su calculer, statistiquement, le résultat des expériences en plein champ, que nous avons vraiment fait quelque chose de valable.

On a fait dans le cours du XIX^e^ siècle de nombreuses expériences sur les engrais, mais l'on en tirait des conclusions tout à fait inexactes, parce que ces expériences n'étaient pas montées dans les conditions de méthode expérimentale permettant un calcul correct.

En ce qui regarde le progrès de l'agronomie pratique, la méthode expérimentale de plein champ est de première importance.

UTILISATION DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE A L'INSTITUT DE RECHERCHES POUR LES HUILES ET OLÉAGINEUX (I.R.H.O.)

par le Dr P. Prevot (1)

(*Note présentée par* **M. Ferrand**)

Le problème des fumures minérales dans les terres tropicales est à la fois urgent et difficile à résoudre.

Le diagnostic foliaire, « inventé » en 1926 par Lagatu et Maume, peut apporter une importante contribution à la solution de cette question.

C'est pourquoi, depuis 1948, l'I.R.H.O. a mis au point et utilisé sur une grande échelle le diagnostic foliaire pour les principales cultures qui le concernent : l'arachide, le palmier à huile et le cocotier.

Des études de base ont été réalisées sur la croissance, le développement et la nutrition minérale. On a analysé l'influence du rang de la feuille et de l'âge de la plante sur les teneurs des feuilles en éléments minéraux.

Depuis 1952, le diagnostic foliaire est utilisé systématiquement sur la plupart des expériences de l'I.R.H.O. Environ 30 000 dosages chimiques sont effectués annuellement à Paris, par une équipe de 3 chimistes, sur des échantillons foliaires envoyés des 15 stations de l'I.R.H.O. en Afrique. Ces échantillons sont expédiés par avion après séchage à 100° C au tunnel à rayons infrarouges. Environ 40 000 échantillons ont été analysés jusqu'à présent; ces analyses portent systématiquement sur N, P, K, Ca, Mg, parfois Na (cocotier), S et certains oligo-éléments (Mn, Fe, Cu, B). Les résultats sont exprimés en pourcentages d'éléments sur matière sèche et, pour les oligo-éléments, en parts par million (p.p.m.).

L'interprétation statistique et agronomique des résultats est assurée par le Siège, à Paris. Le nombre élevé des résultats a conduit à l'utilisation du computateur électronique pour l'analyse statistique des expériences factorielles de type 2^5, 3^3, $4 \times 4 \times 2$; des blocs de Fisher et carrés latins.

L'effort et les dépenses importantes nécessités par ce travail, ont été largement payés par les résultats acquis. Il n'est évidemment pas possible de les rapporter ici et on pourra en trouver un compte rendu dans la revue « Oléagineux » et dans les Rapports annuels que publie l'I.R.H.O. On ne donnera donc que deux exemples typiques.

Sur l'arachide, il est démontré que l'on peut, au Sénégal, doubler les rendements actuels par la conjugaison de trois moyens : de fortes densités de semis (110 000 graines à l'ha), la désinfection des semences et une fumure minérale ne dépassant pas 120 kilogrammes à l'hectare. L'effet de la fumure minérale est d'environ 50 p. 100 et est d'autant plus efficace que les deux autres recommandations sont appliquées. Dans le sud du Sénégal, plus de 200 essais réalisés par le cultivateur, sous contrôle technique d'un agent de l'I.R.H.O., montrent qu'un investissement de 1 440 francs (120 kg d'engrais à 12 fr) apporte une plus-value de 11 725 francs C.F.A. (565 kg de gousses à 20,75 fr), soit un bénéfice de 10 285 francs à l'hectare.

Sur le palmier à huile, en Côte-d'Ivoire, les rendements de la plantation expérimentale de Dabou (2 000 ha) ont été multipliés par cinq grâce à l'application d'une fumure uniquement potassique (1 ou 2 kg de KCl par arbre et par an, 143 arbres à l'ha). Il est curieux de constater que sur une expérience commencée en 1946, on ne constate en 1960

(1) Agrégé de l'Université de Liége, Directeur des Recherches Agronomiques à l'I.R.H.O.

aucun déséquilibre provoqué par cette fumure soi-disant « déséquilibrée ». Les parcelles NPK ne sont pas supérieures aux parcelles K et le diagnostic foliaire ne décèle aucune carence induite.

Le diagnostic foliaire apporte une aide précieuse à l'interprétation des résultats expérimentaux et au choix des fumures minérales. Mais, nos connaissances fondamentales sur le rôle des éléments minéraux, leur action sur les diverses étapes du métabolisme, leur état dans la plante, les facteurs contrôlant les translocations, sont encore trop fragmentaires pour qu'il soit possible de préconiser *une* méthode générale pour l'analyse des résultats de diagnostic foliaire. Aussi, les méthodes sont variables selon les chercheurs et selon les plantes.

La base interprétative utilisée à l'I.R.H.O. est celle des facteurs limitants de Blackman. Contrairement à l'opinion de certains chercheurs, le rendement d'un végétal n'est pas sous la dépendance d' « équilibres » stricts et la notion des « fumures équilibrées » que l'on retrouve si souvent dans la littérature agronomique, n'a pas grande signification : dans la région de Thiès, par exemple, au voisinage des mines de phosphate, une fumure NK sera mieux équilibrée qu'une fumure NPK. Même dans la plante, les relations optimales entre éléments minéraux ne sont pas dans des rapports précis. La plante possède des « systèmes-tampons » qui lui permettent de s'adapter aux fluctuations du milieu extérieur. C'est ainsi que des teneurs dans la feuille de 1 000 parts par million de Mn sont toxiques pour l'arachide, mais non pour le palmier à huile, qui vraisemblablement peut tamponner le Mn sous formes de complexes silico-manganiques. Le diagnostic foliaire ne donnant que les teneurs globales en éléments minéraux ne peut déterminer les rapports optimum entre les quantités de ces éléments qui interviennent activement dans le métabolisme cellulaire.

Par contre, il est possible de déterminer empiriquement les relations entre teneurs et rendements. C'est une tâche difficile, car la relation, teneurs = fonction des rendements, peut être perturbée par de nombreux facteurs tels que : effets de dilution, antagonisme et synergisme, translocation préférentielle, etc. Cependant, l'analyse de très nombreuses expériences de fumure minérale, analyse basée sur l'étude des variations des teneurs et rendements sous l'effet des traitements, sur les corrélations totales et partielles entre teneurs et rendements, a permis de déterminer par la méthode des « approximations successives », des « niveaux critiques », c'est-à-dire des teneurs en éléments minéraux en dessous desquelles on a de fortes chances d'obtenir une réponse à la fumure.

Pour le palmier à huile et le cocotier, les « niveaux critiques » suivants sont utilisés, valables évidemment pour l'organe échantillonné (la 17e feuille à partir de la flèche) :

	Palmier à huile	Cocotier
	—	—
N	2,50	1,70
P	0,150	0,10
K	1,00	0,45
Ca	0,60	0,50
Mg	0,24	0,35

Pour l'arachide, on a été obligé de tenir compte de relations plus complexes. Pour P et S, la carence ne peut être précisée que par rapport aux teneurs en N : par exemple, une teneur en P de 0,2 p. 100 indiquera un excès pour une teneur en N de 2,5 p. 100 et une carence pour une teneur en N de 3,5 p. 100. Pour N et K, on doit tenir compte du poids sec de l'échantillon foliaire.

L'utilité pratique du diagnostic foliaire est évidente sur des cultures pérennes, comme le palmier à huile et le cocotier, puisque, si le diagnostic

[illegible] quotes que cela ne devrait tomber au-dessous du niveau critique. Il sera possible de corriger à temps une anomalie ainsi décelée.

Il serait peut-être du diagnostic foliaire peut sembler moins évidente que celle [illegible] parce que l'absence physique, lorsqu'une déficience aura été observée. Il sera en général trop tard pour la corriger. C'est pourquoi le diagnostic foliaire comme méthode de généralisation des [illegible] expérimentaux.

Les résultats d'une expérience de fumure minérale ne sont valables, [illegible] pour le champ où elle a été réalisée. Un champ situé à quelques kilomètres de [illegible] peut ne pas donner le même résultat.

On pourrait envisager de quadriller une région par un réseau d'expériences assez serré pour répondre à cette objection, mais pratiquement cela est impossible à réaliser.

Lorsque des niveaux de nutrition suffisante ont été déterminés par diagnostic foliaire, il devient possible de comparer à ces normes les teneurs de prélèvements [illegible] et ainsi de généraliser à toute une région les résultats obtenus dans des essais particuliers.

Cette méthode a été utilisée avec succès pour la cartographie des besoins de fumure minérale au Sénégal. Dans la région de Thiès, par exemple, plus de 500 prélèvements de diagnostic foliaire ont permis de tracer avec précision les limites d'une zone où l'arachide ne répond pas à la fumure phosphatée, ce qui est exceptionnel au Sénégal. Sur le palmier à huile, une prospection générale de la palmeraie dahoméenne par diagnostic foliaire a démontré très rapidement l'existence d'une forte carence potassique qui avait été décelée à la station de Pobe.

Il est bien évident que le diagnostic foliaire ne peut prétendre être la seule méthode valable pour l'étude des fumures minérales. L'analyse du sol, l'expérimentation agronomique et les études de laboratoire, les symptômes visuels de carence ont tout autant d'importance. Ces méthodes se complètent les unes les autres. Cette note avait simplement pour but de montrer comment le diagnostic foliaire a constitué, pour l'I.R.H.O., une méthode de travail particulièrement efficace. Il s'agit là du travail de toute une équipe dont nous ne sommes ici que le rapporteur.

M. Désiré Leroux. — M. Ferrand a très justement rappelé les noms des promoteurs de la méthode de diagnostic foliaire : Lagatu et Maume. Je soupçonne pas cependant que ces auteurs l'ont surtout appliquée à l'étude de la nutrition de la vigne, c'est-à-dire d'un végétal dont la feuille relativement petite peut être prélevée et analysée en totalité.

Mais lorsqu'on se trouve en présence d'une feuille de grand format comme celle du tabac, par exemple, dont la composition minérale varie notablement du bord du limbe à la nervure médiane et du pétiole à la pointe, on peut se demander si la méthode ne perd pas beaucoup de sa valeur, sauf peut-être, si l'on considère seulement une partie bien déterminée — toujours la même — de la dite feuille.

M. Ferrand. — Evidemment le dosage des éléments dans les différentes parties de la feuille n'est pas le même. C'est pourquoi il y a une méthode de prélèvement extrêmement stricte qui permet de comparer les résultats.

Ainsi, la grande feuille de palmier à 6 ou 7 mètres de long. Si vous allez de la pointe à la base en analysant les différentes folioles, vous voyez que certains éléments changent en allant du sommet à la base, et certains autres vont inversement.

Le tiers médian constitue la partie moyenne de ces dosages. Dans ce tiers médian, on prend deux folioles à droite et deux folioles à gauche. Dans ces folioles qui ont quelquefois 1 mètre de long, on prend également le tiers médian en éliminant 2 millimètres à droite et à gauche de la bordure de la feuille, en séparant bien entendu les parties du limbe de la

nervure centrale, cette dernière étant considérée comme un tissu conducteur qui a fort peu d'importance au point de vue des phénomènes de la nutrition.

Le nombre des feuilles et leur rang ont une très grande importance. Le principe du rang est celui-ci : la bonne feuille, c'est la feuille qui vient de virer du vert un peu clair de la feuille jeune, au vert franc et foncé de la feuille adulte.

On recherche dans la plantation quel rang cela représente. On prend, par exemple, le seizième rang ou le dix-septième, mais on continue toujours de la même manière. L'âge considéré de la feuille est l'âge physiologique.

ÉTABLISSEMENT DE FORMULES BARYMÉTRIQUES POUR LES VACHES DE RACE MONTBÉLIARDE

par **B. Mougin** et **P. Auriol** (1)

(*Note présentée par* **M. Leroy**)

Dans le cas des races laitières, comme dans celui des races à viande, le poids vif d'une vache constitue l'une de ses caractéristiques fondamentales. En effet, s'il commande directement sa valeur de boucherie et, en partie, ses besoins alimentaires, il agit également sur les possibilités d'utilisation de fourrages grossiers et, pour une part, sur le potentiel de production laitière.

De plus, l'amélioration de la conformation ainsi que la recherche d'un type d'animal à aptitudes mixtes « lait-viande », nécessitent un contrôle de la croissance et du développement, donc, en particulier, du poids vif.

Sa détermination, à l'aide d'une bascule appropriée, ne présente théoriquement pas de difficulté. Pratiquement, c'est un procédé relativement coûteux en matériel et en personnel — dont le rendement est particulièrement bas, surtout dans les zones où les élevages sont petits et dispersés, cas le plus courant en France.

Enfin, les difficultés de déplacements et de mise en place, du moins dans le cas de la remorque-bascule, peuvent être insurmontables, dans certaines régions montagneuses, principalement durant la période hivernale qui est justement celle où les vaches sont rassemblées à l'étable et, de ce fait, facilement contrôlables.

Aussi l'utilisation d'une formule barymétrique peut-elle rendre de grands services à l'éleveur isolé et, surtout, à l'organisme d'élevage; à condition toutefois qu'elle permette d'estimer le poids avec une précision suffisante et, en tout cas, supérieure à celle obtenue, à l'œil, par un observateur moyennement entraîné.

I. — Étude bibliographique

Les trois conclusions essentielles des travaux antérieurs, en la matière, peuvent se résumer ainsi :

α) L'estimation du poids vif à partir de deux ou plusieurs mensurations, dont le tour de poitrine, n'est pas plus précise qu'à partir du tour de poitrine seul (3).

(1) Avec la collaboration technique de P. Guillimin et M. Renault.

(2) Station de Recherches sur l'Élevage, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise).

Le Roully et al. (5) préconisent, cependant, une combinaison du tour de poitrine et du tour spiral, ce qui leur a permis de passer d'une erreur de 4,83 p. 100, lors de la détermination du poids vif à partir du tour de poitrine seul, à 3,97 p. 100 en combinant tour de poitrine et tour spiral. Notons, toutefois, que le tour spiral ne peut être pris avec précision que par des opérateurs entraînés et en répétant la mesure. D'autre part, cette mesure exige deux opérateurs. Au contraire, le tour de poitrine, moyennant quelques précautions élémentaires, peut être pris avec une grande précision (± 1 %) par un seul opérateur, même peu entraîné.

β) Pour être suffisamment précise, une formule barymétrique ne doit s'appliquer qu'à une catégorie d'animaux bien déterminée.

Les coefficients de régression du poids vif sur le tour de poitrine dépendent, en effet, de la race, du sexe, de l'âge et de l'état des animaux (état d'embonpoint et état de gestation).

γ) Pour des bovins adultes, la régression du poids vif sur le tour de poitrine peut être exprimée par une droite; pour les bovins en croissance, elle peut se traduire soit par une exponentielle, soit par une série de segments de droite correspondant aux classes d'âge, à condition de choisir ces classes suffisament petites.

II. — Matériel

Le Syndicat de Testage du Jura, qui groupe environ 200 étables, a entrepris depuis sept ans le contrôle de croissance et de développement des vaches laitières, par l'enregistrement systématique d'un certain nombre de mensurations.

Pour compléter ces données, au cours du mois de février 1960, nous avons pesé à l'aide d'une bascule mobile 365 vaches de race Montbéliarde, âgées de 3 à 11 ans, gestantes ou non. Elles ont toutes été pesées par le même opérateur; le tour de poitrine a été pris une seule fois, également par un même opérateur, à l'aide d'un ruban métallique, gradué de centimètre en centimètre; les lectures étaient appréciées au centimètre près.

L'état d'embonpoint, noté lors de chaque pesée, était comparable, et plutôt médiocre, pour tous les animaux. Seules les vaches en fin de gestation ont paru systématiquement en meilleur état.

Ces animaux, issus de différentes régions du département du Jura, provenant d'une centaine d'élevages et d'une trentaine de taureaux, constituent certainement un échantillon représentatif de la population.

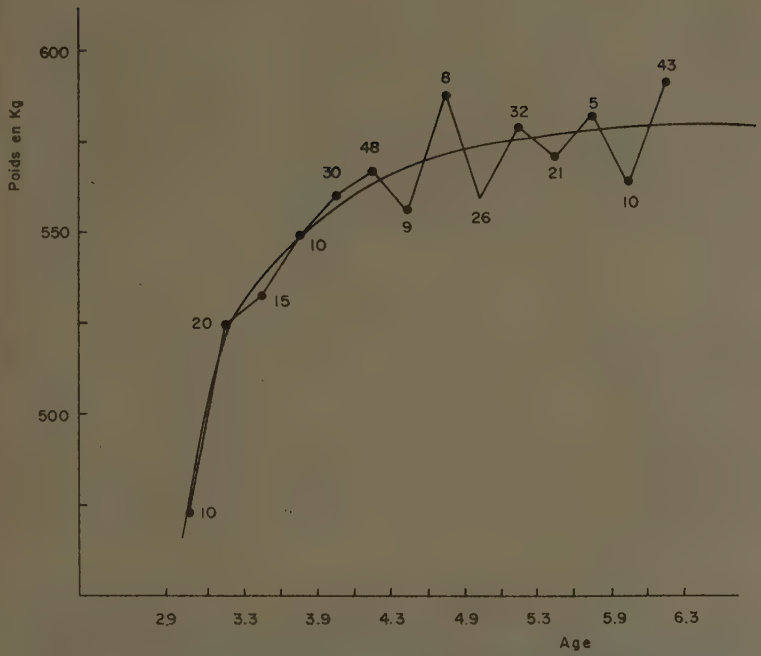
Dans une étude préliminaire, nous avons suivi l'évolution du poids et du tour de poitrine des vaches en fonction de l'âge : pour ces deux caractéristiques, l'âge adulte est voisin de 6 ans (cf. graph. I et II).

Nous pouvons donc, *a priori*, classer les vaches en deux catégories : vaches adultes (plus de 6 ans), vaches en croissance (3 à 6 ans).

Les vaches étudiées se différencient, par conséquent, essentiellement par *l'âge* et *l'état de gestation*. Aussi c'est en fonction de ces deux paramètres que nous avons étudié la régression du poids sur le tour de poitrine.

III. — Influence de l'état de gestation

a) *Sur le poids vif.* — Il est admis que l'état de gestation n'agit sensiblement sur le poids des vaches qu'à partir du cinquième mois. D'après les rares références bibliographiques que nous avons pu obtenir, cette influence pourrait se traduire, approximativement, par une régression linéaire du cinquième au neuvième mois de gestation (6). Au vêlage, on peut estimer à 55 kilogrammes en moyenne la perte de poids d'une vache Montbéliarde. Ces 55 kilogrammes se décomposeraient comme suit (4) :



GRAPHIQUE I. — Évolution du poids (en kg) en fonction de l'âge (en années et mois). Les chiffres donnés sur la courbe indiquent le nombre d'observations par chaque classe d'âge.

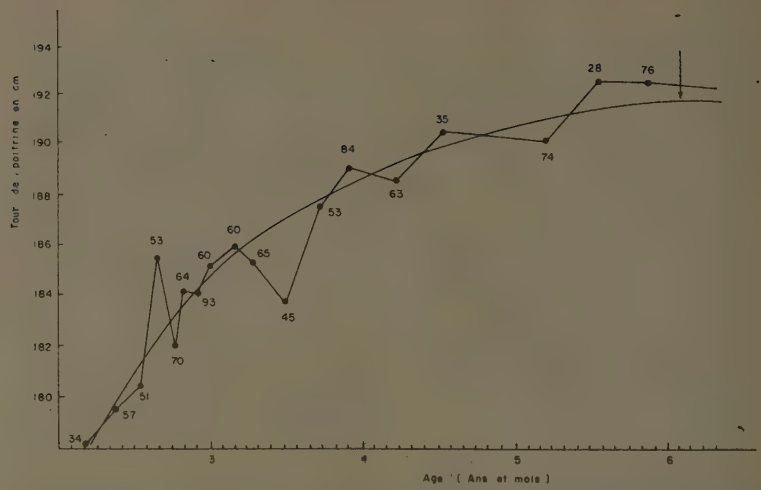
— liquide allantoïdien	9,5 kg
— liquide amniotique	3,5 kg
— enveloppes	5,0 kg
— fœtus	37,0 kg
	55.0 kg

La correction du poids en fonction du stade de gestation, nécessaire pour obtenir une estimation du poids réel de l'animal, est donnée dans le tableau I.

TABLEAU I

CORRECTION DU POIDS VIF DES VACHES DE RACE MONTBÉLIARDE EN FONCTION DU STADE DE GESTATION

MOIS DE GESTATION	CORRECTION (kg)
5e	—15
6e	—25
7e	—35
8e	—45
9e	—55



GRAPHIQUE II. — Évolution du tour de poitrine (en cm) en fonction de l'âge (en années et mois).

Les chiffres donnés sur la courbe indiquent le nombre d'observations pour chaque classe d'âge.

b) *Sur le tour de poitrine.* — Le stade de gestation a également une influence indirecte sur le tour de poitrine (tabl. II) : ce dernier a tendance à augmenter avec le stade de gestation, en même temps que s'améliore l'état d'embonpoint des vaches.

TABLEAU II

INFLUENCE DU STADE DE GESTATION SUR LE POIDS VIF ET LE TOUR DE POITRINE

		n	POIDS VIF (kg)	TOUR DE POITRINE (cm)	VARIATION DU TOUR DE POITRINE
Vaches adultes (> 6 ans)	Avant le 5e mois de gestation.	61	608,9	190,2	2,5 %
	Après le 5e mois de gestation .	57	670,2	195,0	
	Après le 5e mois de gestation (après correction du poids) (*)	57	626,1	195,0	
Vaches en croissance (3 à 6 ans)	Avant le 5e mois de gestation.	155	551,8	185,0	1,9 %
	Après le 5e mois de gestation (après correction du poids) (*)	92	563,3	188,6	

(*) Voir paragraphe III *a*).

Le tableau II montre que cette influence est légèrement plus importante sur les vaches adultes (variation de 2,5 %) que sur les vaches en croissance (variation de 1,9 %).

c) *Sur la régression du poids vif sur le tour de poitrine.* — Le tableau III indique que les coefficients de régression dépendent de l'état de gestation. Dans le cas des vaches adultes, ces coefficients sont respectivement de +6,728 et +8,180 avant et après le cinquième mois de gestation.

L'influence de l'état de gestation est encore sensible après correction du poids, à la fois pour les vaches adultes et les vaches en croissance, mais dans une proportion moindre pour ces dernières.

TABLEAU III

Relation entre le poids y (kg) et le tour de poitrine x (cm)

		n	Corrélation $= r_{xy}$	Régression $b_{y/x}$
Vaches adultes ($>$ 6 ans)	Jusqu'au 5e mois de gestation	61	+0,88	+6,728
	Après le 5e mois de gestation	57	+0,88	+8,180
	Après le 5e mois de gestation (après correction du poids).	57	+0,89	+7,900
Vaches en croissance (3 à 6 ans)	Jusqu'au 5e mois de gestation	155	+0,85	+ 6,799
	Après le 5e mois de gestation (après correction du poids).	92	+0,89	+7,095

IV. — Influence de l'âge

Dans les conditions de notre étude (vaches âgées de 3 à 11 ans) l'âge n'a pratiquement pas d'influence sur la régression du poids vif sur le tour de poitrine ($b_{y/x} = 6,799$ et 6,728) (tabl. III).

V. — Formules barymétriques

Compte tenu de ces résultats, il convient de retenir trois cas :

α) vaches jusqu'au cinquième mois de gestation (sans distinction d'âge);

β) vaches adultes ($>$ 6 ans) à partir du cinquième mois de gestation (après correction du poids);

γ) vaches en croissance ($<$ 6 ans) à partir du cinquième mois de gestation (après correction du poids).

Les formules barymétriques correspondantes figurent dans le tableau IV.

TABLEAU IV

FORMULES BARYMÉTRIQUES (*)

	n	$b_{y/x}$	σ_R	σ_R en % du poids vif	DROITES D'AJUSTEMENT
Vaches jusqu'au 5e mois de gestation (sans distinction pour l'âge).	216	+7,180	30,5	5,2 %	$y = 7,180\ x - 771,2$ (1)
Vaches adultes après le 5e mois de gestation (après correction du poids)	57	+7,900	30,3	4,8 %	$y = 7,900\ x - 914,4$ (2)
Vaches en croissance après le 5e mois de gestation (après correction du poids). . . .	92	+7,095	27,5	4,8 %	$y = 7,095\ x - 774,8$ (3)

(*) Ces formules ont été calculées de façon à donner le poids vif d'une vache, abstraction faite du poids du fœtus et des annexes embryonnaires.

La précision de l'ajustement est estimée à partir de la variance conditionnelle « σ_R^2 » (*) (cf. tabl. IV).

Cette précision nous paraît satisfaisante, d'autant plus que nous n'avons utilisé qu'une seule mesure pour le tour de poitrine et que les pesées ont été effectuées à n'importe quelle heure de la journée. D'ailleurs, les conditions dans lesquelles nous avons travaillé (pesée à toute heure) introduisent une erreur moyenne d'environ 2 p. 100 sur le poids (3); autrement dit, une vache d'un poids réel de 600 kilogrammes, aurait un poids à la pesée sur la bascule de 600 kg ± 24 kg (avec une probabilité de 95 %).

Cette erreur passe de 2 p. 100 avec une bascule à environ 5 p. 100 en utilisant l'une de nos formules barymétriques (tabl. IV). Mais si l'on veut déterminer, non plus le poids d'une vache, mais le poids moyen d'un lot de n vaches, l'erreur est alors divisée par $\sqrt{n}$.

Auriol et Duplan (1) trouvent une erreur du même ordre de grandeur (4,5 % du poids vif) dans des conditions analogues à celles de notre étude, sur un lot de 82 génisses charolaises de moins de 1 an.

Delage, Poly, Vissac (2), sur des vaches Pie-rouge, obtiennent une erreur relative de 7,6 p. 100 du poids vif.

Compte tenu de la similitude des équations (1) et (3) (tabl. IV), on peut admettre qu'il est possible, d'un point de vue pratique, de déterminer le poids des vaches par deux formules barymétriques, l'une étant réservée aux vaches adultes en fin de gestation (après le 5e mois). Chaque fois que cela est possible, il sera plus simple de ne pas faire de barymétrie sur les vaches adultes en fin de gestation.

***

Nous remercions pour leur aide matérielle le Syndicat de Précocité des Élevages Nivernais et la Coopérative d'Élevage du Jura.

(*) R représente les écarts entre les valeurs observées et les valeurs ajustées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Auriol (P.) et Duplan (J. M.). — Données non publiées.
(2) Delage (J.), Poly (J.) et Vissac (B.). — Étude de l'efficacité relative de diverses formules de barymétrie applicables aux bovins. *Ann. Zoot.*, 1955, **4**, n° 3, 219.
(3) Johansson (I.) et Hildeman (S. E.). — The relationship between certain body measurements and live and slaughter weight in cattle. *A.B.A.*, 1954, **22**, n° 1, 1-17.
(4) Richter (J.) et Gotze (R.). — Tiergeburtshilfe. Ed. P. Parey, Berlin, 1959.
(5) Le Rouilly, Vissac (B.), Poly (J.) et Charlet (P.). — Une formule de barymétrie utilisable chez les femelles de race normande. *C.R. Acad. Agric.*, 1958, **44**, n° 10, 508.
(6) Winters (L. M.), Green (W.) et Comstock (R. E.). — Prenatal development of the bovine. *Minnesota Tech. Bull.*, 1953, n° 151.

UNE MÉTHODE D'APPRÉCIATION DE LA VITALITÉ DE LA SEMENCE FRAICHE DE TAUREAU

par **P. Sorel**, docteur-vétérinaire et **R. Cassou** (*)

(*Note transmise par* **M. Jacquet**, *correspondant*)

L'appréciation rapide et précise de l'activité du sperme de taureau est l'une des conditions indispensables à la bonne marche d'un Centre d'Insémination artificielle. Il existe déjà plusieurs techniques qui répondent à cette nécessité; malheureusement, elles comportent un certain nombre d'inconvénients.

L'examen microscopique direct à un faible grossissement est, vraisemblablement, la méthode la plus valable du point de vue pratique; effectuée rapidement, elle permet à l'aide d'une simple goutte de semence de juger la motilité et la densité d'un éjaculat avec une assez grande précision. Toutefois, cette technique, avant tout subjective, dépend entièrement de l'observateur et l'on ne peut éviter que l'appréciation de la qualité des différents éjaculats ne soit effectuée, beaucoup plus par une comparaison des échantillons entre eux, plutôt que par une observation objective.

Les différents tests métaboliques présentent énormément d'intérêt du point de vue scientifique, mais ne sont guère applicables dans la pratique. L activité respiratoire, l'index de fructolyse, la réduction du bleu de méthylène, ainsi que les différents tests de résistance, sont autant de techniques valables, mais qui demandent beaucoup trop de temps, ou n'apportent que des renseignements partiels qui nécessitent des examens complémentaires. Dans ces conditions, ils ne sont guère utilisables, car la rapidité de la récolte de la semence, de sa préparation et de sa distribution aux différents points d'utilisation, est, pour un Centre d'Insémination artificielle, un élément capital de réussite.

Divers chercheurs devaient s'attacher à la recherche de techniques plus précises et mieux adaptées; Lord Rothschild (1) exposait en 1949, une méthode électrique d'appréciation de l'activité du sperme de bélier, puis de taureau. Il montrait, ensuite, par une étude comparative (2), la corrélation significative existant entre ces mesures électriques et l'exa-

(*) Directeur du Centre d'Insémination artificielle de Laigle.
(1) Rothschild (Lord). — *Nature*, 1949 a, **163**, 358.
(2) Rothschild (Lord). — *J. Agric. Sci.*, 1950 a, **40**, 82.

men visuel effectué par un spécialiste. En 1953, plusieurs auteurs (3) reconsidéraient l'ensemble des tests d'appréciation de la semence de taureau, et mettaient en évidence l'intérêt de cette méthode électrique. A notre tour, nous avons repris l'étude de ce nouveau principe d'estimation de l'activité de la semence fraîche, afin de bénéficier des mesures strictement objectives qu'elle fournit, en nous attachant tout spécialement à la rendre utilisable dans la pratique courante du travail d'un Centre. Malgré la complexité des problèmes techniques, nous avons pu aboutir dans notre travail, grâce à la collaboration d'un Ingénieur électronicien (4).

Principe de la méthode

La méthode est basée sur la présence au sein d'une masse de sperme frais de variations d'impédance, qui se révèlent en relation directe avec les vagues observées à l'examen microscopique. Ces vagues, caractéristiques d'une semence dense et active, sont la conséquence de l'agglutination momentanée des spermatozoïdes, dont les flagelles synchronisent leurs mouvements. Lorsque les vagues sont fréquentes, les variations électriques sont également très rapprochées; au contraire, quand, sur un échantillon constitué d'une majorité de spermatozoïdes morts, on ne décèle aucune vague, aucun changement d'impédance ne peut être mis en évidence. Lord Rothschild (5) exposait l'hypothèse que ces variations électriques pouvaient être la conséquence de l'agglutination spontanée, périodique et réversible des cellules dans la suspension que représente la semence. La mesure de la fréquence de ces variations serait donc une méthode d'appréciation directe de la motilité du sperme. Toutefois, lorsqu'une semence est insuffisamment concentrée, et que l'examen microscopique ne montre qu'un scintillement à la place des vagues habituelles, les variations d'impédance sont alors très faibles, et ne peuvent être convenablement décelées. Cette méthode ne peut, donc, s'appliquer qu'à la gamme des bons spermes de taureau utilisables pour l'insémination artificielle. Elle est, également, valable pour la semence de bélier, mais impropre pour le sperme d'étalon, dont la concentration normale est nettement inférieure à celle du sperme de taureau.

Appareil de mesure

L'appareil de mesure dénommé « spermographe » comporte, en tant qu'élément annexe, une électrode constituée de deux petites plaques de platine de 3 millimètres de côté et distantes l'une de l'autre de 3 millimètres; elle détecte, au sein d'une quantité de 0,2 cm³ de semence fraîche, les variations électriques à mettre en évidence.

Le spermographe proprement dit se présente sous la forme d'un coffret métallique, d'un poids de 30 kilogrammes; il est composé d'un pont d'impédance, dont l'un des bras reçoit l'électrode décrite précédemment, l'autre bras étant fixe, les deux branches opposées sont réglables et commandées par six décades. Alimenté par une source alternative, délivrée par un oscillateur B.F., ce pont est relié à un amplificateur qui attaque les plaques horizontales d'un tube cathodique servant d'indicateur d'accord. Les plaques verticales de ce tube reçoivent une tension

(3) Bishop (M. W. H.), Campbell (R. C.), Hancock (J. L.) et Walton (A.). — *J. Agric. Sci.*, 1954, **44**, 227.

(4) Nous tenons ici à apporter toute notre gratitude et toute notre admiration à M. Mousse qui nous a permis, grâce à l'ampleur de ses connaissances et à la rigueur de son esprit scientifique, de mener à bien notre travail.

(5) Rothschild (Lors). — *J. Exp. Biol.*, 1948, **25**, 219.

B.F. de même source à travers un deuxième amplificateur, cette combinaison donne une image elliptique du phénomène étudié.

L'amplification du désaccord-pont est appliquée à un troisième amplificateur qui attaque le galvanomètre de l'enregistreur. Cet enregistreur retrace toutes les variations électriques détectées sur un papier défilant à des vitesses préréglées.

La sensibilité du spermographe est telle qu'il transmet à l'enregistreur des variations d'impédance inférieures à 0,01 p. 100 de 0 à 150 C/mn.

La lecture s'effectue sur une échelle horizontale de 120 millimètres.

La déviation totale correspond à un désaccord de 0,25 p. 100.

Utilisation de l'appareil

Dès que le tube de récolte arrive au laboratoire, quelques dixièmes de centimètre cube sont prélevés à l'aide d'une pipette, puis déposés dans un tube spécial, placé dans un bain-marie réglé à 31° C, et d'une précision de 0,1° C. Les électrodes sont alors plongées au sein de la semence. Le pont d'impédance doit être, dans ces conditions, accordé au plus juste, afin de bénéficier de la plus grande sensibilité.

Les variations électriques se manifestent à l'oscilloscope par les déformations d'une ellipse qui se resserre, ou s'élargit, à chaque changement d'impédance; quant à l'enregistreur, il transcrit ces modulations par une courbe dont chaque sommet représente une variation.

L'enregistrement durant une minute permet, largement, d'avoir un graphique caractéristique de la semence examinée.

Résultats

L'étude de l'enregistrement d'une semence, présentant une très bonne motilité, montre une courbe dont les crêtes sont nombreuses et resserrées (graph. I); au contraire, le graphique d'une semence peu active révèle un nombre assez faible de changements d'impédance (graph. II). Après l'observation et l'enregistrement des variations électriques d'un certain nombre d'éjaculats, nous avons pu définir qu'un sperme d'une très bonne motilité se caractérisait par 60 à 75 changements d'impédance, ou crêtes sur le graphique, par minute; qu'un sperme de moyenne motilité se situait aux environs de 35 à 45 crêtes et, qu'en dessous, se trouvaient tous les échantillons nettement inférieurs. Une semence présentant moins de 30 crêtes est en général inutilisable pour l'insémination artificielle.

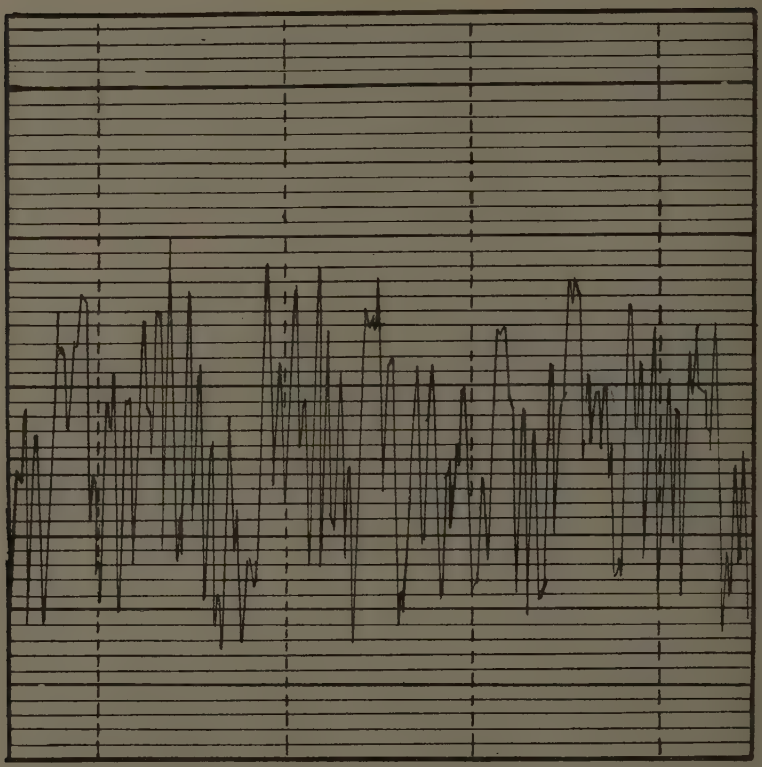
La possibilité d'avoir une mesure strictement objective de l'activité d'un échantillon de semence nous a permis, par ailleurs, d'essayer de définir la résistance de la semence fraîche, en fonction du temps.

Nous prélevons sur un éjaculat, 2 centimètres cubes de sperme que nous plaçons au bain-marie, à 31° C. Nous effectuons, alors, un premier examen, d'une minute, qui nous permet de définir le nombre de variations d'impédance, N_1, au temps : T_1. Nous laissons l'échantillon de semence pendant soixante minutes à 31° C; puis, nous effectuons de nouveau une seconde observation, dans des conditions identiques, qui se caractérise par le nombre de variations électriques N_2, correspondant au temps : T_2.

Le rapport $\frac{N_2}{N_1}$ nous permet de définir la résistance de la semence examinée.

Un certain nombre d'observations nous indique qu'un sperme peu résistant se situe vers 0,55, tandis qu'une semence très résistante atteint 0,80.

Cette méthode nous permet, également, d'effectuer un contrôle



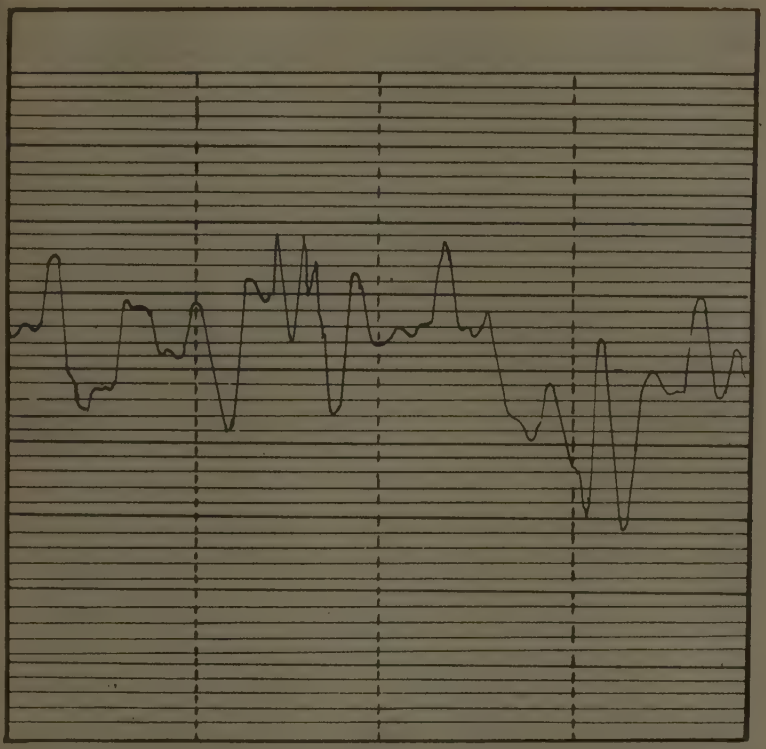
Graphique I.

Enregistrement des variations d'impédance d'une semence d'une très grande activité. Durée de l'enregistrement : 1 minute.

rigoureux et systématique des géniteurs du centre. Chaque taureau possède son dossier de « Spermogrammes », qui nous révèle immédiatement toute baisse de la qualité de son sperme. Dans les cas d'affections générales se répercutant sur la valeur de la semence, ou, plus particulièrement, dans les maladies de l'appareil génital, nous pouvons suivre, soit les améliorations de l'activité du sperme, consécutives au traitement, soit, au contraire, l'aggravation irréversible. L'intérêt de cette technique tient surtout à l'aspect strictement objectif des mesures effectuées, ainsi qu'à la possibilité de constituer un dossier de graphiques qui peuvent être comparés par la suite.

Conclusion

La mesure de la fréquence des changements d'impédance détectés dans la semence fraîche de taureau, présente, avant tout, l'intérêt d'être une technique physique et objective. La faible quantité de semence



GRAPHIQUE II.

Enregistrement des variations d'impédance d'une semence de faible motilité. Durée de l'enregistrement : 1 minute.

nécessaire pour effectuer l'examen, ainsi que la rapidité de l'observation, rendent cette méthode très facilement applicable dans le cadre du travail ordinaire d'un Centre d'Insémination artificielle. Elle permet, par ailleurs, un contrôle systématique de la semence de géniteurs, qui se révèle d'autant plus rigoureux que chaque examen s'accompagne d'un enregistrement graphique. Enfin, elle ne demande pas, de la part du manipulateur, de connaissances particulières en matière de semence, et, surtout, elle est entièrement indépendante de l'observateur.

(*Laboratoire de Recherches*
du Centre d'Insémination artificielle de Laigle (*Orne*).)

LA PRODUCTION DES « BALOTS » AUX ILES PHILIPPINES

(*Note transmise par* **M. Bonadonna,** *correspondant*) (1)

Les « balots » sont des œufs de canard, couvés artificiellement pendant dix-huit-dix-neuf jours, que l'on mange après les avoir bouillis dans l'eau pendant vingt-trente minutes. Ces œufs ne sont jamais cuits d'une autre manière. L'on affirme qu'ils peuvent être agréables même au goût des Européens.

Il n'est pas facile de connaître le volume de leur production, qui, toutefois, doit être assez considérable. Tout d'abord, les « balots » étaient produits exclusivement dans les villages qui entouraient le lac Laguna, situé à quelques dizaines de kilomètres de la ville de Manille, dans l'Ile de Luzon et qui est le plus grand lac du pays. Dans cette région, l'on cultive aussi les cocotiers sur vaste échelle et dans la plaine le riz, céréale le plus consommée dans les Iles Philippines.

Récemment on a construit des établissements dits « Balotans » pour la production des « balots » autour du lac Taal, peu loin du lac Laguna. Il paraît qu'une pareille industrie existe exclusivement à Saïgon, dans le Continent asiatique.

Le village de Majodon, sur les bords du lac Laguna, sous la municipalité de Los Baños (où se trouve le Collège d'Agriculture de l'Université des Philippines), est un centre très important de production. Toutefois, l'endroit principal est la municipalité de Pateros. Les canards sont élevés par milliers dans toutes les demeures si typiques en bambou et roseau superposés.

Ces canards que l'on appelle « Mallard » sont d'origine chinoise. En général, leur couleur est noire, quelques-uns ont un collier blanc, et d'autres des taches blanches et jaunâtres. Il y en a même des gris jaunâtre et bigarrés. Le poids vif de ces oiseaux est de 850-1000 grammes. La production individuelle est d'environ 200 œufs par an. Le poids moyen des œufs est 68,2 g (V. Villegas, 1954) et leur coque est plutôt claire.

Ces canards n'entrent jamais dans l'eau. Cependant le secret (si on peut le définir par ce mot), de leur production est à rechercher dans leur alimentation de mollusques recueillis sur le fond du lac. Ces mollusques plus ou moins gros sont administrés *ad libitum* aux oiseaux, dans leurs coquilles recouvertes de la terre du fond du lac. Un supplément de *2 gauros* (6 l) de riz brut et cru est administré pour 100 oiseaux, le matin et le soir.

La récolte des mollusques est effectuée par des barques spéciales longues, étroites et profondes, le matin de 6 à 9 heures. Les instruments employés sont de fabrication primitive, en toile métallique, avec un sac. Lors de ma visite, les mollusques étaient vendus aux éleveurs de canards au prix de *35 centavos* la boîte d'environ 20 litres (2). Le « Balotan » que nous avons visité est, peut-être, le plus grand du pays, et possède une couveuse artificielle pour 16 000 œufs. Ce chiffre ne doit pas étonner, car la population des Philippines consomme une très grande quantité de ces « balots », qui sont vendus aussi dans les trains (où nous les avons vus pour la première fois), dans les gares et partout ailleurs. Les « balots » sont exportés uniquement dans l'Ile de Guam dont les habitants sont philippins.

(1) Note du Secrétariat. — Nous apprenons que M. le Pr T. Bonadonna, de l'Université de Milan, vient d'être élu Président honoraire de l' « Association latino-américaine pour la Fertilité animale », récemment fondée avec siège à Maracay (Venezuela).

Les membres de l'Académie d'Agriculture de France sont heureux d'en féliciter leur Confrère M. Bonadonna.

(2) Le « pesos » philippin vaut environ 50 cents du dollar des États-Unis.

Le « Balotan », que nous définirons « industriel », est extrêmement simple et toutefois ingénieux. Son coût est très bas, et son fonctionnement facile. Dans une chambre assez sombre située au parterre d'une des maisons en bambou et roseaux, il y a de grandes caisses en bois, d'environ 1 mètre de hauteur, 1,5 m de largeur, et 2 mètres de longueur. Dans ces caisses l'on met des paniers ronds (*loong*) en bambous tressés, d'environ 1 mètre de hauteur, et 60 centimètres de diamètre. Les paniers sont arrangés l'un derrière l'autre sur deux lignes parallèles; entre eux est de la paille de riz hachée, fortement comprimée, ce qui permet une adhésion parfaite dans un climat chaud-humide comme celui des Iles Philippines.

Chaque panier contient 1 200 œufs, divisés en 10 « fagots » de 120 œufs chacun. La toile employée pour la préparation des fagots est en fibre d'abaca qui se produit en grande quantité aux Iles Philippines. Cette toile est fine, légère et résistante.

Avant d'être placés dans les paniers, les œufs sont exposés au *grand soleil* pendant une demi-heure. Cela suffit pour permettre à l'embryon de commencer son évolution. Sur le fond de chaque panier l'on place un « fagot » de riz non décortiqué (environ 3 l). Un autre fagot de ce riz est placé à la moitié du panier entre les « fagots » des œufs, et enfin un troisième fagot de riz est placé sur la surface comme clôture. Lorsque la température extérieure est moins élevée, les « fagots » de riz sont tenus au chaud sur un poêle rudimentaire à bois. A l'intérieur des paniers, la température se maintient sur les 38°-39° C, et la chaleur est produite spontanément par les embryons en activité de développement.

Deux fois par jour, les « fagots » contenant les œufs sont transférés d'un panier à l'autre (à 7 h du matin et à 3 h de l'après-midi), ce qui signifie les placer, alternativement, dans les mêmes conditions thermales et d'ambiance.

Au treizième jour, l'on procède à l'ouverture des fagots et à l'examen des œufs à l'aide d'une lampe rudimentaire. La vitesse avec laquelle cette opération est effectuée est vraiment étonnante. Deux ouvriers examinent 120 « fagots » par heure, soit environ 1 200 œufs. Le pourcentage des œufs stériles est de 2-3 p. 100.

Les œufs vendus au quatorzième jour d'incubation sont appelés « balots manotoga », et ceux de 18-19 jours « balots a puti ».

Le prix d'achat des œufs au producteur est de 13,50 *centavos*. Le prix de vente aux marchands en gros, et à ceux qui font cuire les œufs est de 19 *centavos*. Le prix au détail est de 25 *centavos*. Pendant la saison de ponte, le prix des œufs frais baisse à 12 *centavos*. Le prix en gros à 14-15 *centavos;* au détail il demeure à 25 *centavos*.

(*Istituto di Zootecnia Generale dell'Università degli Studi di Milano. Istituto Sperimentale Italiano « L. Spallanzani » per la Fecondazione Artificiale, Milano. Stazione Sperimentale di Zootecnia, Milano.*
(*Direttore :* Pr T. Bonadonna).)

M. Letard. — Il me semble bon de rappeler que, il y a quelques années, un travail fut présenté à l'Académie d'Agriculture, — qui du reste lui accorda une récompense, — par M. le Docteur-Vétérinaire Truong-Tan-Ngoc, qui est un spécialiste extrêmement averti de l'Élevage du Canard au Viet-Nam, où cette spéculation a une grosse importance économique.

Ce travail faisait connaître, par le détail, les procédés de la vieille méthode chinoise d'incubation artificielle, qui furent longtemps tenus secrets. Le principe en est de conduire l'incubation jusqu'à son terme (28 j chez le canard) avec une dépense minime de combustible et en utilisant la chaleur dégagée par les œufs durant l'incubation, grâce à des superpositions, soigneusement étudiées, et renouvelées de casiers d'œufs

à des stades divers d'incubation. La température adéquate est contrôlée par l'apposition de l'œuf sur la paupière de l'accouveur.

La méthode, ici plus succinctement exposée, est certainement basée sur les mêmes principes.

LES INDEX HÉMATOLOGIQUES DE LA VALEUR D'ÉLEVAGE DES ANIMAUX EN FERME AGRICOLE

par le Pr-Dr **Witold Folejewski** (1)

(*Note transmise par* **M. Fudakowski**, *membre de l'Académie*)

Le problème

L'appréciation de la valeur sélective des animaux est souvent indirecte, ce qui a lieu pendant la sélection de jeunes animaux, à l'époque où le développement de leur valeur d'usage n'est pas encore bien définie, ainsi que pendant une sélection des sujets mâles, dans le cas où les particularités n'apparaissent que dans le phénotype des femelles, par exemple pour l'appréciation des qualités laitières. Cette valeur dépend en beaucoup de cas, à part les signes distinctifs de la productivité, du type constructif et du type usuel, et parfois l'on a recours aux tests objectifs pour établir le potentiel de l'animal.

La science de l'élevage des animaux, tout en tendant à établir au laboratoire les méthodes objectives d'une appréciation des possibilités productives ainsi que leur type usuel, concentre son attention sur les études hématologiques. L'on est attiré dans cette voie par la facilité d'obtenir le sang (souvent une goutte suffit) ainsi que par la simplicité de la technique d'investigation.

Les investigations hématologiques peuvent très bien caractériser les traits réels de l'organisme animal en permettant l'application de méthodes modernes pour l'étude d'un corps vivant. Suivant théoriquement les aperçus modernes, l'image du sang circulant n'est pas uniquement le reflet de l'activité de la moelle des os. Le tableau qualitatif et quantitatif du sang est non seulement le reflet de l'état actif de la moelle, mais au surplus de l'état de tout l'organisme. A part cela l'on constate une certaine liaison de l'activité du cerveau avec les changements dans la constitution morphologique du sang. La création des constituants du sang est soumise à l'influence directrice du système nerveux.

Une série de traits caractéristiques indique souvent une grande variabilité, qui dépend en grande partie de l'influence exercée par le milieu et par l'état actuel de l'organisme. Il y a pourtant des indices hématologiques de grande stabilité, pour lesquels les différences constatées individuellement, ou en groupes, semblent basées sur des caractères intérieurs génétiques. Les travaux hématologiques, poursuivis depuis l'année 1949 par l'auteur et ses collaborateurs, ont en vue, tenant compte de ce qui vient d'être dit, le but suivant :

1° L'établissement d'index hématologiques, imageant d'une manière claire l'état de l'organisme, résultat des méthodes d'élevage, de l'alimentation et de l'entretien des animaux.

2° La recherche des indices du sang, qui démontrent la liaison avec un trait caractéristique de l'utilité difficile à apprécier d'une manière définie, comme par exemple la constitution de l'organisme du type usuel.

(1) Professeur à l'École des Hautes Études Agricoles à Poznan (Pologne).

Parmi les travaux de la chaire de l'Élevage général des Animaux à l'École des Hautes Études agricoles de Poznan, on a travaillé à l'établissement de quelques éléments du sang.

Les résultats des recherches
La teneur de l'hémoglobine (Hb) dans le sang

Les travaux, concernant le niveau de l'hémoglobine dans le sang des animaux, ont démontré la dépendance de cette importante propriété de l'organisme avec la manière dont les animaux sont logés au cours de leur élevage, ainsi qu'avec le niveau de nutrition.

Les Prs Aleksandrowicz, Folejewski et M. Szypowski (1953) ont constaté que le niveau de l'hémoglobine dans le sang des porcelets dépend de la manière dont ils sont logés au cours de leur développement et du niveau de leur ravitaillement.

Les Prs Aleksandrowicz, Folejewski et M. Szypowski (1953) ont établi que le niveau de l'hémoglobine dans le sang des porcelets manifeste une interdépendance et une liaison avec la manière dont ils sont logés. Dans l'expérience citée, l'on a comparé deux groupes de porcelets dont l'un fut logé dans de petites cages par terre, près de la truie, le second sur une plate-forme au-dessus de la truie. Chez les porcelets, âgés de 8 semaines, l'on constata une différence du taux de l'hémoglobine, se chiffrant par 6,50 p. 100 Hb au profit des porcelets logés sur la plate-forme. Cette différence fut statistiquement prouvée.

TABLEAU I

CONTENU DE L'HÉMOGLOBINE EN % DANS LE SANG DES PORCELETS TÉTANT, SELON LA MÉTHODE D'ENTRETIEN

Le commencement de l'expérience		Fin de l'expérience	
Sur le plancher de la porcherie	Sur la plate-forme	Sur le plancher de la porcherie	Sur la plate-forme
36,29	34,93	49,00	55,50
Différence	—1,36 non prouvée	Différence	+6,50 stat. prouvée

Elle est due, probablement, à une meilleure pénétration de la lumière, au plancher bien sec et plus chaud, et aux mouvements plus libres des porcelets, logés sur le plancher du bâtiment.

Le niveau de l'hémoglobine dans le sang des veaux est étudié dans le travail de Mme Narucka (1955) et celui de Mme Matuszewska (1957). Les veaux furent élevés pendant les trois premiers mois de la vie en deux groupes. Le premier groupe de veaux fut installé dans un hangar, toujours ouvert, avec une circonférence réservée pour chaque veau, le second groupe fut installé dans l'étable. L'expérience a eu lieu pendant l'hiver. Les résultats sont présentés dans les tableaux II et III.

TABLEAU II

Influence de la méthode d'entretien pendant trois mois, depuis la naissance des veaux, sur la teneur en hémoglobine dans le sang

I. — Les génisses

Commencement de l'expérience		Fin de l'expérience	
Contenu de l'expérience en %			
Dans l'étable % Hb	Dans le hangar avec paddock % Hb	Dans l'étable % Hb	Dans le hangar avec paddock % Hb
59,0	51,0	61,0	64,0
Quantités de l'hémoglobine dans 1 érythrocyte (10^{-12} g)			
11,4	11,2	10,4	13,0

TABLEAU III

Influence du traitement des veaux sur la teneur en hémoglobine dans le sang

Commencement de l'expérience		Fin de l'expérience	
A l'étable	Dans le hangar avec paddock	A l'étable	Dans le hangar avec paddock
Quantité d'hémoglobine en %			
56,0	59,0	60,0	71,0
Quantité d'hémoglobine dans 1 érythrocyte (10^{-12} g)			
10,1	9,9	11,7	12,5

De même que les veaux, les génisses élevées dans des hangars étaient remarquables par leur plus grand contenu d'hémoglobine dans le sang et par une saturation supérieure des érythrocytes par l'hémoglobine.

En conservant les mêmes conditions d'établissement, de nourriture et de soins, en changeant le niveau de la nutrition, l'on influe à un certain point sur la quantité de l'hémoglobine dans le sang, ce qu'affirment les résultats des investigations du Pr *Folejewski*. Chez les génisses, auxquelles

on offrait, pendant les sept premiers trimestres de leur vie, 30 p. 100 en moins de nourriture, on constatait un moindre niveau d'hémoglobine dans le sang en comparaison avec le groupe mieux ravitaillé.

TABLEAU IV

Influence du niveau de la nourriture des veaux sur le changement de la teneur en hémoglobine dans le sang en g dans 100 cm³

Commencement de l'expérience au 1er trimestre de la vie		Fin de l'expérience au 7e trimestre de la vie	
Niveau de la nourriture		Niveau de la nourriture	
100 %	70 %	100 %	70 %
7,88	7,56	9,86	9,34

Malgré la grande dépendance de la teneur en hémoglobine dans le sang par rapport aux conditions du milieu, cette particularité peut être parfois considérée comme trait racial parmi certaines races d'animaux domestiques. Gedymin (1960), en étudiant le niveau de l'hémoglobine dans le sang de quatre races de moutons, élevés en Pologne, constata des différences raciales bien prouvées. Les moutons des races « Kent » et « Karacul » se distinguaient par un moindre contenu d'hémoglobine par érythrocyte en comparaison avec les moutons « Mérinos » polonais et avec la race polonaise « Swiniarki ». Cette différenciation concerne les grandes « populations » traitées collectivement. A l'intérieur de ces populations la différenciation des individus est grande.

TABLEAU VI

La quantité d'érythrocytes et la teneur en hémoglobine dans le sang des moutons de diverses races

Race	Merinos polonais	Kent	Karacul	« Swiniarki »
	20	17	27	6
Érythrocytes 1 000/1 mm³. .	8,791	10,262	9,802	8,881
Hémoglobine en g/100 ml. .	12,4	12,3	11,9	12,1
Contenu d'hémoglobine dans 1 érythrocyte 10^{-12} g. . . .	14,5	12,1	12,3	14,1

Le nombre des globules blancs et rouges

Il ressort des travaux de Mme Matuszewska (1957) et de Mme Narucka (1955) qu'en étudiant l'influence de la nutrition des animaux sur le nombre des globules blancs et rouges dans le sang l'on constate un manque de

TABLEAU V

LES OSCILLATIONS DE CERTAINS INDICES DU SANG CHEZ LES VEAUX EN FONCTION DU NIVEAU DE LA NOURRITURE

	DANS LE PREMIER TRIMESTRE DE LA VIE			DANS LE SECOND TRIMESTRE DE LA VIE			DANS LE SEPTIÈME TRIMESTRE DE LA VIE		
	Niveau d'alimentation		Résultats en % pour le groupe contrôlé	Niveau d'alimentation		Résultats en % pour le groupe contrôlé	Niveau d'alimentation		Résultats en % pour le groupe contrôlé
	100 %	70 %	= 100 %	100 %	70 %	= 100 %	100 %	70 %	= 100 %
Contenu d'hémoglobine en % . . .	48,6	42,7	97,1	58,4	60,6	102,7	61,6	58,4	94,8
Érythrocytes	7 608 000	8 586 000	112,8	6 510 000	7 558 000	116,0	6 274 000	6 510 000	103,8
Leucocytes	10 587 400	11 779 800	110,3	12 807 000	12 642 000	98,7	13 664 800	9 989 800	73,1

régularité. Par contre les travaux du Pr Folejewski et de Pawlak démontrent une influence bien définie d'une nourriture plus sobre sur l'amoindrissement du nombre des globules blancs du sang au septième trimestre de la vie des génisses. Le contenu des leucocytes dans 1 millimètre cube de sang était, dans le groupe des génisses nourries à un niveau plus bas (70 %), amoindri de 26,9 p. 100 (tabl. V).

L'on peut considérer parfois le nombre des globules rouges du sang comme une marque de la race. M. Gedymin (1960) constata d'une manière assez claire des différences chez les races de moutons, élevées en Pologne. Les brebis portantes de la race polonaise « Merinos » se distinguent réellement, par un chiffre inférieur « d'érythrocytes » dans 1 millimètre cube de sang, des brebis portantes de la race « Kent ».

Des particularités analogues démontrent, d'après les travaux de Gedymin, chez les moutons une quantité variable de globules blancs dans 1 millimètre cube de sang.

Les « Karaculs », moutons de type usuel laineux, possèdent une plus grande quantité de leucocytes que le type laine-viande, autrement dit, les « Mérinos » polonais et les « Kents ».

TABLEAU VII

La quantité de leucocytes dans 1 mm³ de sang chez diverses races de moutons en Pologne

Races	Leucocytes	
	Au total	Granulocytes
Les Karaculs	7 880	5 634
Les Kents	7 073	2 709
Les Merinos polonais	5 714	2 264

Le plus grand nombre de granulocytes dans 1 millimètre cube de sang se trouvaient chez les Karaculs; le moindre, chez les Mérinos polonais et les Kents contenaient la moyenne des deux chiffres.

Le rapport des granulocytes aux agranulocytes dans le tableau des globules blancs

Le Pr Folejewski appliqua le premier, dans ses investigations du type constitutionnel et du type usuel des animaux, l'indice hématologique sous forme de relations quantitatives des granulocytes aux agranulocytes dans le sang. Il constata, en outre, que la prise différentielle et morphologique du tableau du sang, sous forme d'un indice quantitatif en tant que relation du contenu en pour-cent des granulocytes aux agranulocytes dans le sang, caractérise d'une manière satisfaisante le type usuel du bétail et que l'indice, établi de cette manière, démontre la liaison avec la grandeur de la production laitière de cette espèce. Le nombre total des globules blancs du sang, ainsi que la relation en pour-cent de la participation de leurs diverses catégories, subit des changements importants. Toutefois l'indice en question (la relation des granulocytes aux agranulocytes) présente toujours une certaine stabilité chez les individus adultes, même s'ils ont marqué une assez grande évolution pendant la période du développement de l'animal.

L'union dudit indice hématologique, sous forme de relation des granulocytes aux agranulocytes dans le sang des animaux, avec leur type usuel, peut être éclairée par le rôle spécifique des granulocytes au cours des processus du métabolisme. Il paraît qu'une plus grande part des granulocytes dans le sang du bétail d'un type usage-laitier plus accentué, est liée à un développement plus vif des processus de mutation de la matière et fait apparaître plus intensivement les processus d'oxydation. On peut le prouver par le fait que les granulocytes, et en particulier les neutrophiles, tout en contenant une série d'enzymes et en démontrant une fermentation active, accélèrent le cours de la réaction chimique dans l'organisme.

Le pour-cent augmenté des agranulocytes, surtout des lymphocytes du sang, apparaît chez les animaux, qui se distinguent par un processus moins intensif du métabolisme. L'union d'une telle lymphocytose physiologique avec une plus grande résistance de l'organisme à certaines maladies n'est pas exclue. Il faut tout de même tenir compte du rôle des lymphocytes pendant la création des globulines gamma dans le plasma du sang, ce qui est lié avec la création des corps à grande résistance.

Les travaux du Pr Folejewski (1953), Piotrowski (1960) et Gedymin (1960) confirment les principes précités, concernant la relation en pour-cent des granulocytes aux agranulocytes dans le tableau des globules blancs du sang chez les animaux.

Dans le tableau VIII l'on a réuni les chiffres obtenus dans les travaux du Pr Folejewski et dans les travaux de M. Piotrowski concernant les différentes races du bétail élevées en Pologne, et représentant les différents types utilisés.

TABLEAU VIII

La relation des granulocytes aux agranulocytes chez diverses races de bétail en Pologne

Les races	Granul. : agranulocytes
Bétail rouge polonais de Lipowa	1 : 2,6
Bétail rouge polonais de Bialystok	1 : 1,4
Bétail rouge danois	1 : 1,4
Bétail blanc-noir de Petite Pologne	1 : 1,6
Bétail blanc-noir de la Grande Pologne	1 : 2,1

Une partie des deux variétés de vaches « rouges », provenant de la partie du pays, nommée « Petite Pologne », est très stable par rapport aux démarches des zootechniciens, ayant pour but l'augmentation de la production laitière. Cette race présente le plus bas pour-cent de granulocytes dans le sang, en particulier dans certaines étables (1 : 2,6). En revanche le bétail rouge polonais des environs de Bialystok représente un autre type, plus laitier, avec un plus haut pour-cent de granulocytes dans le sang (1 : 1,4). Cet indice est identique avec celui du bétail rouge danois.

La relation des granulocytes par rapport aux agranulocytes se manifeste d'une manière intéressante chez deux variétés du cheptel polonais blanc-noir des plaines.

Le bétail des plaines démontre un plus grand pourcentage de granulocytes dans le sang, en comparaison avec le bétail des plaines en Posnanie.

On pourrait en conclure, que le bétail de la Petite Pologne (la Galicie), en comparaison avec celui de la Posnanie, représente un type usuel, avec un métabolisme accéléré, moins apte à la production de viande grasse. L'étude historique de la création de ces deux races confirme la différenciation du type usuel, conformément aux indices hématologiques déduits des investigations.

Les Prs Folejewski (en 1953) et Piotrowski (en 1960) ont constaté une liaison de l'indice du sang sous forme de relation en pour-cent des granulocytes aux agranulocytes, avec le taux de la production laitière. Le tableau IX représente les indices obtenus dans ces travaux.

TABLEAU IX

Relation des granulocytes aux agranvlocytes selon les races bovines

Race rouge polonaise de quelques étables à basse production laitière, au-dessous de 2 500 kg par an	1 : 2
Race rouge polonaise à grande production laitière au-dessus de 2 500 kg par an	1 : 1,5
Race des plaines en Grande Pologne jusqu'à 3 800 kg de lait, lactation de 300 jours	1 : 2,2
Race des plaines à grande production laitière au-dessus de 3 800 kg de lait	1 : 1,8

La différenciation dans les limites d'une race, basée sur un index hématologique, a lieu probablement comme suite de l'isolement du type utilisé, possédant une inclination vers la plus grande productivité laitière.

Les différences interraciales dans l'hémogramme lorsqu'il s'agit du pour-cent des granulocytes et des agranulocytes dans le sang des brebis, furent constatées par Gedymin (1960). Les résultats obtenus par lui sont représentés dans le tableau X.

TABLEAU X

Relation en pour-cent des granulocytes aux agranulocytes dans le sang des moutons

Races	Brebis gestantes
Les Karaculs	1 : 1,17
Les Merinos polonais	1 : 1,58
Les Kents	1 : 2,29

La conformité des indices, présentés dans le tableau X, avec le type usuel par chaque race des brebis, élevées en Pologne, est grande. Chez les Karaculs, l'on peut prévoir de vifs processus métaboliques ; chez les Kents des processus très lents, et les Mérinos polonais représentent à ce point de vue un type moyen, puisque, à part leur laine, ils offrent une viande recherchée.

La concentration des électrolytes dans le sang

Partant des travaux d'Evans, la Chaire a fait des essais de différenciation des types d'animaux, basés sur le contenu de potasse et de sodium dans leur sang.

Les investigations de Gedymin (1960) ont démontré que les races de moutons élevés en Pologne sont nettement différenciées par le contenu de potasse dans le sang. Les différences de concentrations d'électrolytes dans le sang, typiques pour certaines races de moutons du pays, semblent étroitement liées avec la provenance de chaque race et avec son génotype. Les travaux d'Evans et d'autres auteurs ont prouvé que l'on est probablement en présence d'un trait héréditaire, conditionné par une paire « d'allèles », et en même temps d'une grande teneur en potasse qui se comporte comme un récessif typique. En même temps l'on observa une liaison entre le facteur indiquant le contenu en potasse et le gène duquel dépend l'un des trois types d'hémoglobines chez les brebis, notamment du type de l'hémoglobine A.

Évans designa avec les lettres « HK » les brebis qui contiennent une grande quantité de potasse dans les globules rouges du sang, et les brebis à bas contenu de cet élément avec des lettres « LK ». On constate dans les investigations de Gedymin (1960), tableau XI, de grandes différences de la moyenne du contenu en potasse et en soude dans le sang entre les Mérinos polonais (K 38,1 mg % sur 273 mg %) et les Karaculs (K 90,4 mg % sur 254,9 mg/%).

TABLEAU XI

Les types de moutons suivant le contenu de potasse et de soude dans le sang

Race	Type	n	Potasse en mg %	Soude en mg %
Les Mérinos polonais	LK	58 96,7 %	35,2 25,0- 56,0	275,2 222,0-315,0
	HK	2 3,3 %	121,5 116,0-125,0	224,0 220,0-228,0
Les Karaculs	LK	15 25,9	39,7 23,0- 60,0	275,0 257,0-295,0
	HK	43 74,1	107,7 66,0-144,0	243,8 200,0-293,0

Les différences entre ces races proviennent d'une grande supériorité chez les Mérinos du type LK (96,7 %), et chez les Karaculs du type HK (74,1 %). La différence entre les types est chez les Mérinos de 58 : 2, alors que chez les Karaculs elle est de 15 : 43. Le grand écart du contenu de potasse chez les Karaculs du type HK permet de supposer qu'entre les deux existent des types ayant une moyenne teneur en potasse.

Étant donné que la haute et la basse teneur en potasse chez les moutons démontrent une grande stabilité, les prochaines investigations de la Chaire seront poursuivies afin de trouver des données plus précises quant au type usuel et bien défini des traits de la productivité.

La concentration des ions hydrogène dans le sang

La réaction du sang chez les animaux, fortifiée par des mécanismes tampons, démontre un très faible barème de variabilité. Les investigations, entreprises tout dernièrement dans ce sens par la Chaire, ont pour but en premier lieu la constatation de l'existence, dans les limites de certaines races d'animaux domestiques, de déviations bien définies, et puis, en second lieu, la réponse à la question : ces déviations sont-elles en liaison avec les traits usuels?

Les Prs Folejewski et Pawlak ont étudié la concentration en ions hydrogène dans le sang d'une douzaine de taureaux, en établissant une série de désignations pour chacun d'eux. Il résulte des données de la littérature, que chez le bétail le pH possède en moyenne une valeur de 7,50 avec des oscillations de 7,46 à 7,52. Il résulte des investigations de la Chaire, que le barème d'oscillations de la valeur « pH » dans le sang des taureaux est plus grand et comporte 7,00 à 8,10. Nous avons en outre réussi à isoler de tels individus, qui au point de vue du pH se distinguent nettement. On le constate dans les observations basées sur la valeur pH, obtenues pendant un temps prolongé. Les travaux suivants auront pour but la fixation d'une liaison entre la teneur caractéristique pour un individu donné en ions hydrogène dans le sang et certains traits particuliers.

L'ensemble des résultats

La possibilité de l'emploi des indices hématologiques dans deux directions ressort des travaux de la Chaire.

La grande variabilité, ainsi que le niveau de l'hémoglobine, la quantité de globules rouges et blancs peuvent être appliquées en principe au contrôle de l'état physiologique actuel de l'organisme de l'animal comme indice et comme critère des résultats de l'élevage, de la nutrition, de l'entretien et du logement. Toutefois certaines de ces propriétés changeantes (le contenu des érythrocytes, le nombre de globules blancs) augmentent la valeur caractéristique de toute la race animale.

La relation des granulocytes aux agranulocytes dans le tableau des globules rouges et blancs, le niveau des électrolytes dans le sang, ainsi que la teneur en ions hydrogène dans le sang, tout cela paraît être l'indice hématologique de stabilité. La liaison des indices hématologiques avec le type usuel et le niveau de la productivité des animaux ressortent des travaux de la Chaire. Cela concerne en premier lieu l'un de ces indices hématologiques, notamment la relation des granulocytes par rapport aux agranulocytes du sang du bétail et des moutons. Le développement des données de cet ordre fera l'objet des futures investigations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Pr Aleksandrowicz (S.), Pr Folejewski (W.) et Pr Szypowski (A.). — Applications de balcons plates-formes à l'usage des porcelets. *Les Annales des Sciences agricoles*, 1953, **66**, B 1, Varsovie.

(2) Pr Folejewski (W.). — The differential white blood in cattle of different races in Poland. *Bull. de l'Académie polonaise des Sciences et Lettres*, série B, Cracovie, 1953.

(3) Pr Folejewski (W.). — Le sang en tant qu'indice des particularités de l'organisme des animaux. *Progrès des Sciences agricoles*, nº 2, Varsovie, 1954.

(4) Gedymin (J.). — Les indices hématologiques du type usuel et de la race des moutons. Chaire de l'élevage des animaux. *École des Hautes Études agricoles à Poznań*, 1960. (Manuscrit.)

(5) Matuszewska (E.). — Formation de l'image du sang chez les veaux par l'élevage en paddock. Chaire de l'élevage d'animaux. *École des Hautes Études agricoles à Poznań*, 1957. (Manuscrit.)

6) Narucka (I.). — Le tableau du sang des veaux élevés dans un bâtiment ouvert, Chaire de l'élevage des animaux. *École des Hautes Études agricoles à Poznań*. 1955. (Manuscrit.)
(7) Piotrowski (Z.). — Tableau des globules blancs du sang du bétail de Pawlowice. Chaire de l'élevage général des animaux. *École des Hautes Études agricoles à Poznań*, 1960. (Manuscrit.)

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1960

Présidence de M. de VILMORIN

PARMI LES OUVRAGES REÇUS

M. le Secrétaire perpétuel. — Notre Confrère M. Maspétiol, président de l'Institut des Vins de consommation courante, nous adresse les deux premières publications concernant les résultats du recensement général du vignoble (*Cadastre viticole*) pour les départements de l'*Aude* et de *Lot-et-Garonne*.

Dans une publication illustrée du Centre d'Étude de l'Azote (1960), notre Correspondant M. Coïc résume *Les bases physiologiques de la nutrition et de la fertilisation rationnelle du Blé*.

Le Bulletin technique du Génie rural (Antony, n° 48) offre, sous la signature de M. Govin, une intéressante *Étude technique et économique d'une ferme familiale de 20 hectares*. Dans le même numéro, MM. Bourrier, Bovard et Grauby, fournissent des développements illustrés sur la *Méthode d'étude de la contamination des sols en place par les radio-éléments*, méthode dont les principes ont été exposés dans leur Note présentée à l'Académie d'Agriculture le 16 mars 1960.

Dans les Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France (novembre 1960), un industriel M. Godron résume les impressions recueillies au cours d'une journée d'études sur *Quelques difficultés propres à l'Agriculture*. En rappelant les observations présentées par un industriel-agriculteur M. Louis Blanc (notre séance du 11 mai 1960), il faut noter ces marques d'attention à l'égard des conditions spéciales, si souvent méconnues, de la production agricole.

SUR LE DERNIER RAPPORT DE LA CAISSE NATIONALE DU CRÉDIT AGRICOLE

M. Cramois. — L'Académie veut bien accorder de l'intérêt au rapport que publie chaque année la Caisse nationale de Crédit agricole sur ses opérations.

Comme pour les années précédentes, la description des prêts à l'agriculture en 1959 est précédée d'un rapide tour d'horizon de la situation économique et des résultats de la dernière campagne agricole.

La sécheresse exceptionnelle qui a sévi pendant cinq mois de 1959 sur la moitié nord du territoire a profondément affecté les récoltes de l'été et tout particulièrement les productions fourragères, compromettant de ce fait l'alimentation du bétail, mais grâce à l'amélioration de la situation à l'automne ainsi qu'à l'abondance des productions de printemps, le volume total de la production agricole a progressé quand même de 5 p. 100 sur la campagne précédente (rapport Jules Milhau devant le C.E.S.).

Les recettes dont ont disposé les agriculteurs, provenant à la fois de la commercialisation et de la consommation sur place des produits de la récolte antérieure, soit 3 155 milliards d'anciens francs de juillet 1958 à juin 1959, n'ont augmenté que de moins de 3 p. 100. Cette progression

est la plus faible de celles notées au cours de la récente décennie; en 1957-1958, elle avait été de 20 p. 100.

Dans le même temps, les dépenses globales des agriculteurs évaluées à 1 040 milliards de francs se sont accrues de 6 p. 100.

Si l'on tient compte de la hausse de 10 p. 100 des prix de détail entre les deux campagnes, le revenu de l'agriculture a sensiblement diminué et l'on comprend ainsi le caractère de gravité de la crise dont notre Confrère François Robin a récemment entretenu l'Académie des Sciences morales et politiques.

Les agriculteurs et leurs groupements ont dû fréquemment recourir au crédit à la fois pour compléter l'insuffisance de leurs trésoreries et poursuivre les actions de modernisation et d'équipement.

Les bilans des Caisses de Crédit agricole portent la trace visible de cet appel accru au Crédit.

Le solde global des engagements de l'agriculture envers le Crédit agricole mutuel a été porté à 993,7 milliards de francs au 31 décembre 1959, en progression de 163,5 milliards, soit 19,7 p. 100 pour l'année. En 1958, la hausse n'avait été que de 103 milliards, soit 13,7 p. 100.

Comprenant 326,5 milliards de prêts à court terme, 376 milliards de crédits à moyen terme et 291 milliards de prêts à long terme et de caractéristiques spéciales, le solde des crédits en cours continue à témoigner d'une répartition équilibrée des risques entre les différentes formes de crédits.

Le Rapport fait observer que la progression a intéressé à peu près également les diverses catégories d'opérations.

En particulier, les risques à court terme qui connaissaient depuis plusieurs années une relative stabilité ont progressé de 23 p. 100. Cette tendance trouve sa justification à la fois dans l'abondante récolte de céréales qui a donné lieu à un financement accru — 154 milliards d'effets céréales au lieu de 88 milliards en 1958 ont été présentés par les Caisses régionales à l'escompte de la Caisse nationale d'août à fin décembre — et dans l'accroissement des prêts pour les dépenses courantes d'exploitation qui témoignent du resserrement constant des trésoreries agricoles et a revêtu un caractère aigu dans les régions atteintes par la sécheresse.

Les prêts d'équipement se sont surtout développés dans le cadre du Programme d'investissements agricoles.

Depuis le début de l'exécution du premier Plan de modernisation et d'équipement en juillet 1948, 590 milliards de francs de prêts à moyen et à long terme ont été consentis à ce titre par le Crédit agricole, dont 101 milliards pour la seule année 1959.

Un graphique encarté en hors-texte dans le Rapport montre la répartition des crédits consentis annuellement depuis 1954 pour la réalisation des principales rubriques du Programme.

Les prêts d'intérêt agricole et rural ont de leur côté progressé à un rythme rapide : 23 786 prêts d'installation ont été consentis au cours de l'année à de jeunes agriculteurs et artisans ruraux pour un montant de plus de 21 milliards de francs, contre 18 500 prêts représentant 15,9 milliards en 1958. Depuis l'institution en 1946 de ce mode de crédit, 168 000 jeunes ont obtenu au total 109,5 milliards de prêts au taux de 2 p. 100 pour leur première installation.

Les prêts individuels à long terme pour l'accession à la propriété rurale ont en 1959 atteint 15,5 milliards de francs portant à 116 milliards le concours financier apporté à 310.800 petits exploitants pour l'acquisition ou l'aménagement de propriétés rurales.

Devant ces besoins accrus des agriculteurs, les efforts accomplis par le Crédit agricole pour associer étroitement les capitaux provenant des disponibilités des épargnes agricoles et rurales au financement des opérations de crédit à l'agriculture ont été poursuivis.

1 921 812 déposants confiaient au 31 décembre 1959 leurs disponi-

bilités au Crédit agricole et le solde des dépôts à cette date atteignait 431,5 milliards de francs.

Les souscriptions aux diverses émissions de la Caisse nationale ont continué à se développer malgré les conditions moins favorables qui y ont été attachées en raison de l'abaissement progressif du taux du loyer de l'argent intervenu au cours de l'année.

Au total, la Caisse nationale a émis, en 1959, 188 milliards de francs de valeurs contre 148 en 1958 et le pourcentage des ressources d'origine agricole et rurale consacrées aux opérations de crédit à l'agriculture s'élève à 64,5 p. 100 à la fin de 1959 au lieu de 62 p. 100 au 31 décembre 1958.

Les Caisses de Crédit agricole mutuel ont par ailleurs consolidé leur capital social et leurs réserves qui dépassent à la fin de l'année 49 milliards de francs, en augmentation de 24 p. 100 par rapport au précédent exercice.

***

La progression des opérations de crédit constatée par le Rapport en 1959 s'est poursuivie pendant les trois premiers trimestres de 1960.

Le montant total des prêts en cours atteint au 1er octobre *11 093* millions de NF, comprenant 3 481 millions de prêts à court terme et 7 612 millions de prêts à moyen et à long terme; *la progression — 1 156 millions de NF en neuf mois — est en valeur absolue analogue à celle observée pendant la période correspondante de 1959.*

Conformément aux directives que leur a transmises la Caisse nationale, à la demande du Gouvernement, les Caisses de Crédit agricole mutuel se sont montrées particulièrement bienveillantes pour l'octroi de facilités de crédit à certains de leurs emprunteurs dont la situation se révélait difficile, en particulier aux jeunes récemment installés.

Les résultats favorables obtenus dans la collecte des disponibilités et des épargnes se sont confirmés grâce à la contribution non seulement des agriculteurs et de leurs groupements, mais également de l'ensemble des milieux ruraux qui sont venus dans une certaine mesure relayer les souscriptions des exploitants mis en difficulté par la crise.

Le nombre des déposants à vue et à échéance a désormais dépassé le cap des 2 millions, soit 1 967 589 comptes individuels et 61 490 comptes de collectivités, en augmentation de 113 606 sur le début de l'année.

Malgré une interruption de quelques jours à la fin de juillet des émissions permanentes de bons de la Caisse nationale, bons à intérêt progressif de 6 mois à 3 ans et bons à 5 ans, corrélative aux décisions prises dans le cadre de la politique générale du crédit réduisant le taux d'intérêt de ces valeurs, le montant des souscriptions recueillies est demeuré élevé, les opérations de placement se traduisant, au cours de ces neuf mois, par un excédent de souscriptions de 945 millions de NF au total.

De même que la seconde tranche des bons à 7, 11 ou 15 ans 1959, l'emprunt 1960 de la Caisse nationale a été assorti de conditions moins favorables que celui de 1958, taux d'intérêt diminué, 5 p. 100 au lieu de 6 p. 100, primes de remboursement réduites, selon la date de tirage au sort, à 10, 15 et 20 p. 100 pour la première tranche, 8, 13 et 18 p. 100 pour la seconde, au lieu de 15, 35 et 55 p. 100 en 1958.

La première tranche d'emprunt a néanmoins réuni 215 millions de NF et les résultats obtenus par l'émission de celle d'automne, ouverte du 17 octobre au 10 novembre sont également satisfaisants : 294,69 millions de NF.

Les ressources procurées par cet emprunt doivent permettre d'assurer, jusqu'à la prochaine émission spécialisée prévue pour 1962, le service des prêts à long terme d'accession à la propriété rurale et de faire face au développement des opérations résultant de l'application du décret du 24 septembre 1960 qui vient de porter le plafond de ces prêts de 12 000 à 20 000 NF.

Ce texte a en même temps assoupli les dispositions relatives à la garantie de ces opérations en permettant aux Caisses de Crédit agricole, dans tous les cas où des sûretés jugées suffisantes leur sont offertes, de dispenser leurs emprunteurs de l'inscription hypothécaire jusqu'à présent obligatoire.

Un décret de même date a également relevé le plafond des prêts d'installation aux jeunes, porté de 12 000 à 18 000 NF lorsque les emprunteurs sont titulaires de certificats ou diplômes dont la liste doit être déterminée par arrêté ou s'ils ont servi en Algérie et qu'ils aient suivi une formation professionnelle spéciale accélérée à l'achèvement de leur temps de service.

La même disposition est applicable aux artisans ruraux dont le métier répond aux besoins actuels ou prévisibles de l'agriculture et qui justifient d'une formation professionnelle suffisante, notamment de celle organisée pour les jeunes ayant accompli en Algérie une année de service militaire.

***

L'économie française a été caractérisée en 1960 par la stabilité monétaire enfin retrouvée et dont il dépend de la France seule qu'elle soit durable.

Le maintien de l'activité à un niveau élevé devrait permettre à l'économie de poursuivre l'évolution modérément ascendante amorcée en 1959.

Le secteur agricole devrait bénéficier des mesures législatives prises au début de l'été.

Dans l'ensemble, la production agricole 1960 a été satisfaisante, malgré les difficultés créées par les intempéries de l'été.

Au total, la production agricole 1960 est évaluée, dans les Comptes prévisionnels de la Nation annexés au Rapport économique et financier qui sert d'exposé des motifs au projet de loi de finances pour 1961, à un niveau supérieur de 3 p. 100 à celui de 1959.

Dans ces perspectives, et compte tenu des prix agricoles à la production, les recettes des agriculteurs devraient s'améliorer au cours des prochains mois.

Déjà, on signale une timide reprise des achats de matériel agricole.

Les Comptes de la Nation évaluent de 8 à 9 p. 100 par rapport à 1959 l'augmentation des revenus des entreprises agricoles en 1960. Contrairement à ce qui s'est passé en 1959, cette augmentation devrait être plus forte que celle des salaires.

Sur le plan de l'économie générale, la nécessité d'intensifier, ainsi que l'a prévu le plan intérimaire, l'effort d'investissement, quelque peu ralenti en 1959, ne peut qu'être soulignée.

***

Le financement des activités agricoles continue ainsi à poser bien des problèmes.

Même les agriculteurs qui sont à la pointe du progrès technique, pratiquent le calcul économique et gèrent des exploitations considérées comme viables n'arrivent pas à assurer l'équilibre de leur exploitation.

C'est ce que mettent en lumière les travaux poursuivis par les Centres de gestion et les sociétés d'économie rurale et de comptabilité.

En vue de seconder par tous les moyens techniques et financiers dont dispose le Crédit agricole les actions décidées pour venir en aide aux exploitants agricoles, la Caisse nationale a étudié et préparé, en liaison avec des représentants de la Fédération nationale du Crédit agricole, un avant-projet de décret qui doit permettre d'adapter la réglementation du Crédit à l'évolution proposée à l'agriculture.

Les modifications envisagées sur le plan des opérations de crédit

tendent notamment à accentuer le caractère personnel des crédits et à conduire les Caisses de Crédit agricole mutuel à tenir compte davantage encore du potentiel de production des exploitations emprunteuses.

Les concours financiers pourraient être déterminés en fonction des besoins réels globaux de l'exploitation au vu d'un programme d'équipement et de production de l'exploitation établi en accord avec un Conseil de gestion agréé par la Caisse prêteuse et qui en contrôlerait l'exécution.

Les Caisses auraient ainsi plus de latitude pour se montrer libérales, particulièrement dans le cas des jeunes emprunteurs, tant en ce qui concerne le taux que l'amortissement et la garantie des prêts consentis, le Fonds commun de garantie constitué entre les Caisses régionales de Crédit agricole mutuel étendant par ailleurs ses interventions jusqu'ici limitées aux prêts collectifs, aux crédits consentis aux agriculteurs.

***

Comme vous le voyez, mes chers Confrères, le Crédit agricole vit au contact de l'agriculture et il est bien placé pour en comprendre et en mesurer les difficultés.

Comme l'a écrit François Houillier dans un excellent article de la Revue d'Économie politique, l'agriculture souffre depuis 1949, d'un décalage entre ses prix d'achat et ses prix de vente. A la longue, ce décalage a asséché les trésoreries et provoqué la crise.

Le décalage des prix n'est pas spécial à la France. Il sévit partout, y compris aux États-Unis où on lui a donné un nom : « The price-cost-squeeze. »

C'est une expression assez forte. Au bridge, le joueur squeezé est un joueur condamné.

J'espère que le producteur agricole français échappera à la condamnation et triomphera de ses difficultés présentes. Le Crédit agricole s'emploiera de toute son expérience et de tous ses moyens à l'y aider.

M. Ferré. — Très modeste Président de Caisse régionale du Crédit agricole, je ne peux que m'associer à ce que vient de dire l'éminent Directeur général de la Caisse nationale, sur l'œuvre du Crédit agricole pour l'année 1959.

Il est certain que, comme il l'a dit excellemment, le Crédit agricole, grâce à son expérience, à sa compréhension des situations locales, à sa structure, est à même de rendre de très grands services. Il les rend.

Mais il y a quelque chose qui le dépasse, c'est la situation générale de l'agriculture, et ce n'est certainement pas fortuitement que M. le Directeur général a terminé sur une donnée d'un de nos collègues, M. François Houillier, indiquant que, depuis 1949, l'agriculture française souffrait d'un très grand décalage entre les prix de ce qu'elle achète et les prix de ce qu'elle vend.

J'ai retenu au passage que, précisément, pendant cette année 1959, les recettes de l'agriculture auraient augmenté de 3 p. 100, quand les dépenses auraient augmenté de 6 p. 100 et l'endettement de l'agriculture près du Crédit agricole se serait accru de 19,7 p. 100.

Évidemment, déjà l'année dernière, à la suite de l'exposé de M. le Directeur général Cramois, j'avais même posé la question de savoir s'il y avait vraiment place pour le crédit en agriculture, étant donné les difficultés du monde agricole. Le Crédit agricole, en effet, est un banquier très humain. Il a des taux d'intérêt modérés. Il vient, cette année, d'augmenter le plafond des prêts à ceux qui désirent accéder à la propriété.

Tout cela, c'est très bien, mais qu'on le veuille ou non, les services que peut rendre le crédit deviennent finalement positifs ou négatifs suivant que celui qui emprunte peut faire face ou non à ses engagements. Et c'est là qu'il y a quelque chose de très grave.

Il y a par exemple environ un mois, j'ai eu la mission de représenter l'Assemblée des Présidents des Chambres d'Agriculture au Comité national des Prix.

Vous savez que le Parlement s'est penché, au cours de cette année, sur la situation de l'agriculture, qu'il en est sorti notamment une loi d'orientation; elle est complexe, sans doute d'une application difficile. Néanmoins, certains principes avaient été votés par le Parlement tendant à une certaine parité entre la rémunération du monde agricole et la rémunération des autres activités. Notamment dans un article 31 il était dit que les prix agricoles devaient tenir compte de l'augmentation des charges de l'agriculture.

Or, dans un rapport préfabriqué, qui nous a été distribué sous le sceau du secret, il était dit que, pour les prix indicatifs de l'agriculture il n'y avait pas lieu de tenir compte de la loi d'orientation. J'avoue avoir bondi. A la suite d'un très brillant exposé comme sait les faire M. le Directeur général Frank, j'ai été amené à dire que je n'étais pas d'accord, car peu de temps auparavant, au lendemain du jour où le Chef de l'État avait refusé de réunir le Parlement pour s'occuper des prix agricoles, on réunissait rapidement le Comité national des Prix pour entériner une N^eme^ hausse du prix de l'acier en disant que c'était par pure courtoisie qu'on réunissait le Comité national des Prix puisqu'il s'agissait d'appliquer une décision supranationale.

J'ai dit que je ne comprenais pas que dans une enceinte française telle que le Comité national des Prix on entérine sans discussion des hausses supranationales lorsqu'il s'agissait de prix non agricoles et que, lorsqu'il s'agissait de prix agricoles, on récusait la loi française.

En vérité l'agriculture se trouve dans une situation vraiment ridicule. D'un côté les Pouvoirs publics continuent à peser, par les importations et avec tous les mécanismes que vous savez, sur les prix agricoles, de l'autre, les Allemands, avant d'accélérer le Marché commun, exigent que nous rattrapions le retard de 25 p. 100 de nos prix agricoles, retard résultant notamment des opérations de fin 1958. Les agriculteurs français se trouvent devant une situation invraisemblable.

Je suis d'accord pour reconnaître que le Crédit agricole rend des services éminents, mais je répète que, ces services, ce n'est qu'avec certains scrupules qu'on les rend, car, très souvent, on se demande si n'en seront pas victimes ceux qui devraient en être les grands bénéficiaires!

M. Noilhan. — Je voudrais dire deux mots, tout d'abord pour féliciter notre Confrère M. Cramois de l'exposé remarquablement clair qu'il nous a fait.

Il nous a dit que le Crédit agricole était en contact avec l'agriculture, c'est ce qui fait précisément la valeur toute particulière des exposés qui sont annuellement présentés par la Caisse nationale du Crédit agricole.

J'ai retenu, parmi les observations qui ont été faites, et qui donnent beaucoup à réfléchir, le souhait ou plutôt la constatation que la condition même du fonctionnement du Crédit national agricole, comme de toute organisation financière, c'est la stabilité du franc. Cette stabilité est souhaitée par tous, d'ailleurs en accord avec le bon sens, car on ne mesure pas une longueur avec un mètre en caoutchouc; s'accommoder de l'inflation, et de la dévaluation de la monnaie, c'est se condamner à mesurer les phénomènes économiques avec une longueur en caoutchouc qui varie constamment.

Ceci m'amène à penser qu'il y a une liaison avec deux autres phénomènes généraux, qui sont identiques dans tous les grands pays du monde, qui me paraissent extrêmement inquiétants, notamment pour le Crédit agricole, pour les monnaies et pour l'avenir financier de toutes les nations qui ont un développement industriel considérable.

Ce premier phénomène, c'est l'augmentation constante du coût de la

vie dans tous les pays de haute civilisation technique. C'est un phénomène qui est sans exception. Il est vrai en France, il est vrai en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, au Canada et aux États-Unis.

J'ai été frappé de constater, aux États-Unis et au Canada, combien cette hausse des prix était réelle alors que la monnaie nominalement est stable. Pratiquement, il y a une dévaluation constante du pouvoir d'achat. Phénomène constant, sans exception à mon avis, dans les pays de haute civilisation industrielle où la dévaluation monétaire apparaît comme la rançon forcée de la superindustrialisation.

Deuxième phénomène qui est également universel, et également sans exception, c'est que, dans tous les pays, la part qui revient au producteur agricole est en dégradation constante par rapport au revenu national. C'est vrai là encore, et je reprends la même énumération, en France, en Belgique, est un peu moins vrai en Allemagne depuis quelque temps, mais vrai en Angleterre, aux États-Unis et au Canada. C'est vrai dans tous les pays qui ont une forte civilisation technique et surtout une forte civilisation industrielle.

Je me demande si ces deux phénomènes, qui sont extrêmement curieux et peu étudiés d'ailleurs dans leur liaison, n'auraient pas intérêt à être examinés parallèlement pour essayer de dégager les éléments qui les relient.

Il est certain que ces phénomènes peu étudiés jusqu'à présent, conditionnent pour ainsi dire la marche de l'économie mondiale à l'heure actuelle. Tout se passe comme si la superindustrialisation des peuples, ne pouvait se réaliser que dans le sacrifice des intérêts agricoles et dans une dévaluation constante des monnaies. Cela est à mon avis très important, et, du point de vue agricole, plein de signification.

Je ne voudrais pas développer ce point aujourd'hui.

Un troisième point qui me paraît ressortir des explications qui nous ont été données, c'est qu'au fond l'agriculture est toujours en état d'autofinancement. Les crédits urbains vont peu en agriculture, l'agriculture se finance elle-même, avec un appoint des fonds publics, dont la part d'ailleurs paraît devoir diminuer. Ceci montre que dans tout pays, en France tout au moins, et cela est vrai ailleurs, mais surtout en France, une sorte de cloison étanche existe entre l'activité agricole et l'activité urbaine, cloison étanche, qui se manifeste sur bien des points, mais qui, au point de vue financier, ne me paraît pas saine. Il me paraît anormal que deux économies puissent vivre côte à côte avec des systèmes de financement étanches, avec des barrières entre elles. Normalement, il devrait y avoir des mouvements de capitaux de l'industrie vers l'agriculture et de l'agriculture vers l'industrie. Ce n'est pas le cas, l'agriculture se finance elle-même parce qu'elle y est obligée par la carence de capitaux citadins.

Elle y a beaucoup de mérite. La diminution de son revenu par rapport au revenu national la gêne considérablement dans cette tâche d'autofinancement.

C'est un point que je me borne à signaler aujourd'hui comme étant particulièrement important et tout au plus pourrais-je souhaiter aujourd'hui qu'au delà du Crédit agricole dont la fonction est primordiale, on envisage des moyens complémentaires de financer l'agriculture et de permettre au capital urbain d'aller à l'agriculture.

J'ai eu l'honneur, à plusieurs reprises, d'exposer comment il serait possible d'assouplir la législation des sociétés et de créer des sociétés en commandite agricoles, des sociétés à responsabilité agricoles qui, seraient un moyen d'opérer un financement à très long terme, par une association de longue durée entre des exploitants et des capitalistes désirant mettre de l'argent dans l'agriculture.

Ceci serait, à côté et au delà du Crédit agricole qui ne peut tout faire, un moyen d'établir une brèche dans ce rideau de fer et d'établir, entre l'économie urbaine et l'économie rurale, une liaison entre ces deux portions si étrangement séparées.

Je constate d'ailleurs en terminant que cette séparation entre économie urbaine et économie rurale paraît admise comme un fait évident, normal, naturel, alors qu'en réalité, elle est profondément anormale.

M. Baratte. — Je voudrais à la fois marquer mon accord et mon désaccord avec ce que notre Confrère M. Noilhan vient de nous dire, quand il nous a parlé de la mesure au moyen d'un mètre en caoutchouc.

Je suis d'accord avec lui sur le fait qu'il s'agit bien d'une mesure avec un appareil dont la longueur varie, mais la grosse différence avec le caoutchouc, c'est que celui-ci a une tendance à revenir à sa longueur initiale, grâce à une certaine élasticité. Or, précisément, dans le phénomène économique signalé, il n'y a pas d'élasticité.

M. Cramois. — Je suis tout à fait d'accord avec ce qu'ont dit nos Confrères MM. Ferré et Noilhan.

M. Ferré, d'ailleurs, ne conteste pas l'utilité du crédit à l'agriculture. Je connais depuis longtemps son opinion à cet égard.

Ce qu'il souligne, c'est le caractère dangereux que prendraient nos opérations de crédit si les investissements réalisés par les agriculteurs n'offraient pas une rentabilité suffisante. Je suis très conscient de ce danger, et, sur ce point aussi, je suis pleinement d'accord avec M. Ferré.

M. Noilhan a appelé l'attention sur quelques aspects de la diminution des revenus agricoles. C'est un phénomène absolument universel. Il est frappant aux États-Unis où les chiffres concernant ces toutes dernières années sont très significatifs.

Et pourtant, les revenus des agriculteurs américains comprennent de plus en plus de revenus extra-agricoles.

Les plans de développement rural mis en œuvre aux États-Unis tendent précisément à permettre à de nombreux agriculteurs de trouver des revenus complémentaires, en dehors des activités agricoles.

Malgré ces revenus complémentaires, on constate quand même une disparité croissante entre la situation des agriculteurs et celle des autres travailleurs.

En ce qui concerne l'autofinancement, comme vous l'avez dit mon cher Confrère, l'autofinancement tient une place de plus en plus importante dans nos opérations.

Les fonds publics qui ont tenu autre fois une place prépondérante ne jouent plus à présent qu'un rôle de complément.

Comme je crois l'avoir noté au cours de mon exposé, nous faisons un effort qui va exactement dans le sens souhaité par M. Noilhan, en faisant de plus en plus appel aux ressources rurales.

C'est une idée chère à M. Paul Driant, sénateur, nouveau président de la Caisse nationale de Crédit agricole.

Nous cherchons, de plus en plus, à étendre notre action dans le milieu rural, parce que nous avons conscience que nous pouvons y trouver de nouvelles ressources sous forme de dépôts mais aussi sous forme de souscription aux émissions de bons et aux emprunts qui alimentent nos opérations de crédit.

M. le Président. — Je remercie M. Cramois pour la très brillante présentation d'un rapport dont la matière si riche et si diverse reflète la situation actuelle de notre agriculture et fait naître dans nos esprits nombre de réflexions.

Pour ma part, je me borne à noter une fois de plus et avec satisfaction que le Directeur général de la Caisse nationale de Crédit agricole ne se satisfait pas de ses responsabilités économiques, mais qu'il considère hautement l'aspect social de sa mission. Nous ne pouvons que l'en féliciter et lui savoir gré de la contribution qu'il apporte, cette année encore, à nos travaux.

CLASSIFICATION ET CARTOGRAPHIE DES SOLS
OBSERVATIONS A LA SUITE DU VII[e] CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA SCIENCE DU SOL

M. Georges Aubert. — Ayant, avec une vingtaine de collègues et amis, dont notre Confrère, M. Barbier, participé au VII[e] Congrès international de la Science du Sol, j ai pensé à vous en rapporter quelques échos.

Congrès fort important par le nombre de ses participants — près de 1 400 — et par son caractère mondial, il s est tenu aux États-Unis du 15 au 23 août 1960 et fut complété par de longues et intéressantes excursions à travers les différentes régions du pays.

D'autres nous diront peut-être ce que furent les travaux des Commissions de physique, chimie, biologie et minéralogie des sols, ou de celles d'étude de la fertilité ou de l'utilisation des sols; permettez-moi de m'en tenir à quelques aspects seulement des discussions qui eurent lieu sur la classification et la cartographie des sols.

Certains concepts de classification ont été particulièrement développés.

Les processus d'évolution des sols ne se réalisent pas tous dans le même laps de temps; certains en quelques décades: d'autres en quelques siècles; d'autres encore, comme la ferrallitisation (d'après N. Leneuf) en quelques millénaires ou dizaines de millénaires.

Il ne faut donc pas concevoir et étudier les sols seulement dans le contexte de leurs actuels facteurs d'évolution, mais aussi en fonction de ce que chacun d'eux a pu être précédemment. Cette attitude s'impose d'autant plus que, comme l'a encore montré notre Correspondant, R. Maignien, au cours de ce Congrès, certains de ces facteurs, par exemple le climat, peuvent donner naissance à des caractères qui se maintiennent même après qu'ils ont pu varier très sensiblement. Certains de leurs effets, comme la ferrallitisation peuvent aussi se poursuivre en profondeur alors que, par suite de ces variations, ils peuvent ne plus se développer dans les horizons de surface.

Ainsi l'âge d'un sol est-il un élément essentiel dont on doit tenir compte dans son étude et sa classification: il influe en effet sur son degré d'évolution; il peut aussi influer, dans le cas de sols polycycliques - ou à évolution complexe — sur son type d'évolution.

A cette même idée générale peut se rattacher la différenciation, qui est faite par certains de nos collègues belges ayant travaillé au Congo, entre le profil pédologique dont l'évolution est due à l'ensemble des facteurs actuels, biologiques aussi bien que climatiques, et le profil d'altération, souvent très épais, qui se prolonge jusqu'à la roche-mère inaltérée, et sur lequel ces facteurs d'évolution, avec leurs valeurs actuelles, peuvent n'avoir qu'une influence très faible.

La difficulté principale d'utilisation pratique de cette notion, fort intéressante par ailleurs, reste la possibilité de limiter, à sa base, ce profil pédologique.

***

Par suite de cet âge souvent très grand de certains sols — en particulier en régions tropicales — en même temps que de la survivance de certains de leurs caractères, dus à des processus pédogénétiques disparus — par exemple en pays subarides, autrefois plus pluvieux — et de l'interférence de formations pédologiques anciennes dans la pédogenèse actuelle, il n'est pas possible d'étudier un sol sans faire intervenir les facteurs et conditions géomorphologiques de son évolution, ainsi que sa position

dans le paysage. Un sol est une unité tridimensionnelle et non pas, seulement, bidimensionnelle. Les pédologues américains ont bien compris ce fait, me semble-t-il, qui ont trouvé même nécessaire de forger pour cela un nouveau terme : le pédon, unité de sol qui acquière des dimensions précises; mais il ne me paraît pas qu'ils en aient tenu compte dans la classification qu'ils nous ont présentée.

C'est au Dr Guy Smith qu'est revenue la lourde tâche d'expliquer et de mettre en valeur la nouvelle classification américaine des sols, en sa 7e approximation. Depuis plus de dix ans, avec une petite équipe de collaborateurs des États-Unis ou d'autres pays, de Belgique par exemple, il travaille sur ce projet. Il s'agit là d'une œuvre magnifique, remarquable par l'extrême souci d'objectivité, de logique et de précision de ses auteurs.

Peut-être ce souci a-t-il été poussé à l'excès?

Pour être parfaitement objective, la classification américaine a été maintenue totalement de type morphologique et ne fait pas intervenir l'interprétation des caractères observés. Un effort a été cependant tenté pour faire intervenir, au moins aux échelons supérieurs, des caractères morphologiques ayant une signification pédogénétique... mais sans, bien entendu, préciser cette dernière.

Une telle conception de la classification empêche pratiquement d'utiliser la notion de sol tridimensionnel ou de séparer les sols simples de ceux à évolution complexe.

Pour être parfaitement logique, la classification américaine a été couverte d'une terminologie entièrement nouvelle. Les termes sont, presque tous, d'origine grecque ou latine; ils expriment, au niveau des ordres, des caractères essentiels des sols; à ceux des sous-ordres et des groupes, les termes sont constitués par une des syllabes du nom de l'ordre, à laquelle s'accolent des syllabes prises dans des mots exprimant les caractéristiques de ces sous-ordres et groupes. Les sous-groupes sont désignés par une terminologie binominale. Ainsi le sol lessivé, autrefois désigné par les Américains en tant que « gray-brown podzolic soil » est devenu un « orthic typudalf ».

Quant au souci extrême de précision il a amené les pédologues américains à définir au centimètre près certains des caractères morphologiques, base de la différenciation des ordres, sous-ordres, etc., ce qui provoque la séparation de sols morphologiquement très voisins et formés par les mêmes processus, comme divers types de sols bruns tempérés qui peuvent se trouver dans deux ordres différents.

Ces remarques étant faites, je dois reconnaître que cette classification représente une documentation considérable et de la plus grande valeur.

Les sols y sont répartis en 10 ordres, caractérisés par la présence de certains horizons : d'accumulation d'argile, d'accumulation d'hydroxydes, très humifères en surface, etc.; les sous-ordres sont séparés d'après des caractères liés au drainage ou à des influences climatiques secondaires.

Les groupes sont définis par les successions des horizons de leurs profils typiques et par la présence possible d'horizons durcis. Les sous-groupes expriment essentiellement, par l'intensité de certains caractères morphologiques, les variations observées autour des concepts fondamentaux de chacun des groupes.

La définition des familles fait intervenir les caractères pétrographiques des roches-mères; et celle des séries, comme d'habitude, des détails morphologiques des horizons des profils caractéristiques.

Une traduction française de cette classification est en cours de réalisation par nos Collègues belges, sous la direction du Pr Tavernier; nous y collaborerons.

* * *

L'élément le plus remarquable de ce Congrès sur le plan de la cartographie des sols a été la présentation des cartes pédologiques générales de la plupart des continents ou sous-continents :

Carte d'Amérique latine au 1/5 000 000, dressée essentiellement par les pédologues de la F.A.O., et dont la légende reflète la classification américaine utilisée jusqu'à maintenant;

Carte d'Afrique au Sud du Sahara, mise au point par le Service pédologique interafricain de la C.C.T.A., sous la responsabilité du Conseil scientifique africain, auquel j'ai l'honneur d'appartenir.

La légende, adoptée à la Conférence interafricaine des sols de Dalaba, reflète la classification française mais avec quelques modifications tenant compte de divers éléments de la classification belge.

Carte d'Australie aussi au 1/5 000 000, de légende assez voisine dans son ensemble, quoique avec quelques catégories particulières.

Carte d'Asie au 1/6 000 000 et carte d'*Europe orientale* au 1/2 500 000, de légende assez voisine encore mais reflétant davantage l'action des facteurs climatiques dans l'individualisation des sols.

Carte d'Europe occidentale, aussi au 1/2 500 000, dont vous connaissez en gros la légende, puisqu'elle est très proche d'une simple schématisation de celle utilisée pour la carte des sols de France au 1 millionième dressée par J. Dupuis et R. Bétrémieux.

Un dernier point à vous signaler est que l'ensemble F.A.O., UNESCO et Association internationale de la science du sol ont mis sur pied un Comité qui tentera d'établir une coordination de ces diverses cartes ainsi que de celle des États-Unis et du Canada, et de dresser ainsi la carte des sols du globe.

Faisant partie de ce Comité, j'aurai l'occasion de vous tenir au courant de ses travaux. Permettez-moi d'espérer que nous puissions réussir dans cet effort de coordination.

M. Guinier. — Pour les sciences biologiques, pour la botanique spécialement, on peut dire que la question de nomenclature est une véritable plaie. Périodiquement, en vertu de principes plus ou moins rationnellement appliqués, sont adoptés des changements de nom pour des espèces d'ailleurs bien définies: il est des spécialistes qui se complaisent à rechercher de telles modifications. Les conséquences en sont gênantes pour les professionnels de la discipline, fâcheuses pour les amateurs qui se trouvent désorientés. Pour les non-spécialistes, qui utilisent et cultivent des végétaux, ces changements sont déplorables et amènent des confusions. Des protestations se sont élevées, surtout de la part des forestiers de divers pays. C'est affaire de bon sens : ainsi que l'a écrit M. Gaussen, « les dénominations comprises de tous ne doivent pas changer ».

Voilà que des pédologues proposent, sous prétexte de perfectionnement, un bouleversement complet de la nomenclature des sols en usant d'ailleurs d'une terminologie de consonance particulièrement barbare : au lieu de *sol brun lessivé* on dirait *typudalf*. La pédologie est une discipline nouvelle dont les applications se révèlent fécondes et qui en est à la phase de vulgarisation dans les milieux agronomiques et forestiers. Ce n'est pas le moment de troubler les praticiens qui font confiance aux pédologues et s'initient à leurs méthodes en leur imposant une nomenclature bizarre et incompréhensible. Conservons, pour dénommer les sols, les termes maintenant bien définis qui sont consacrés par l'usage et, autant que possible, parlons français.

L'AVENIR DES LACS COLLINAIRES EN FRANCE

M. Émile Calvet. — Le néologisme « lac collinaire » a été introduit à la suite d'une mission d'études fort fructueuse effectuée en Italie en 1956 par deux ingénieurs du Génie rural : MM. René Clément et Roland Darvès-Bornoz. Il est entré dans le langage technique et même officiel puisqu'il figure dans un paragraphe du Plan de Constantine. Traduction littérale du terme italien « laghi collinari » ce néologisme concerne une réalisation de grande portée : la construction en série de petites réserves d'eau d'irrigation en région de collines par construction de petites digues en terre.

L'Italie a pris l'initiative de ce procédé. Un organisme officiel, l'Office italien des lacs collinaires, a été créé. Fin 1958, sur l'ensemble du territoire italien, étaient aménagés 1 016 lacs et réseaux d'irrigation affectés à l'arrosage de 20 000 hectares.

En Afrique du Nord, sous des aspects différents, les petites retenues se sont multipliées : « rdirs » marocains, surtout pour l'abreuvement des troupeaux, retenues tunisiennes pour l'épandage des eaux de crues et l'irrigation. Des réalisations de même type sont signalées en divers points du monde : du Laos et de la Chine à la Rhodésie et à l'Australie.

Un tel procédé d'équipement n'est pas particulier aux pays sous-développés des zones arides. Déjà, les faits montrent qu'il a aussi sa place en France métropolitaine; un certain nombre d'agriculteurs entreprenants, sans attendre l'intervention des Pouvoirs publics, ont pris l'initiative de telles réalisations.

Néanmoins, il ne s'agit pas d'une technique absolument neuve. En France, existent depuis des siècles de nombreux « étangs », « pêcheries » et « serves », constitués derrière de petites levées de terre (Sologne, Brenne, Dombes, Limousin, Marche, etc.). Sauf partiellement dans les régions granitiques herbagères, leur but en était différent et concernait la pêche, la chasse et la force motrice pour les petits moulins. Ces retenues modestes ont tendance à disparaître depuis le début du siècle, leur raison d'être s'étant amoindrie.

Mais dans le cadre de la modernisation accélérée de l'agriculture, ce mouvement tend à s'inverser rapidement pour plusieurs motifs d'ordre technique portant à la fois sur la construction des digues en terre et sur les nouvelles méthodes d'irrigation.

Les engins modernes de terrassement, permettent maintenant d'obtenir des coûts de terrassements beaucoup plus faibles qu'avant la guerre; ainsi les barrages en terre peuvent-ils être aménagés, en presque tous terrains à des prix acceptables. De plus, de grands progrès ont été réalisés dans la connaissance de la stabilité de ces ouvrages, parallèlement au développement scientifique de la mécanique des sols. En Italie, le coût moyen du mètre cube d'eau de réserve des lacs collinaires, pour les 1 000 premières réalisations serait voisin de 80 lires le mètre cube, prix unitaire peu différent de celui constaté dans les grands réservoirs à but énergétique ou agricole.

Dans bien des cas, surtout si un refoulement des eaux emmagasinées n'est pas nécessaire pour permettre l'alimentation du réseau d'irrigation d'aval, la solution des petits réservoirs s'avère aussi économique que celle portant création d'importantes réserves. Donc, *a priori*, il ne faut pas rejeter l'une quelconque des solutions dans l'examen de chaque projet.

Le second motif essentiel du développement des lacs collinaires résulte de l'essor nouveau de l'irrigation en France, principalement de l'irrigation de complément dans les zones dites « humides » du nord et de l'ouest de notre pays. De très grands programmes d'aménagements

d'hydraulique agricole sont en cours et intéressent plusieurs centaines de milliers d'hectares : Bas-Rhône-Languedoc, Canal de Provence, Vallée du Rhône et de la Durance, Coteaux de Gascogne etc.; il faut y ajouter de multiples initiatives de particuliers et d'associations syndicales, notamment dans le sud-ouest (Lot, Lot-et-Garonne, Gironde, Tarn-et-Garonne) et plus récemment dans le Bassin parisien et le Bassin de la Loire. L'irrigation remonte vers le nord et cela grâce à une technique nouvelle fort souple : l'irrigation par aspersion.

On peut dire que presque tout le territoire agricole français pourrait bénéficier utilement de l'irrigation : arrosages nécessaires dans le Midi, irrigation de complément ailleurs. Mais l'eau est de plus en plus âprement disputée entre les diverses catégories d'utilisateurs (agriculture, industrie, collectivités publiques). L'extension des irrigations pose donc le problème de la mobilisation économique des ressources en eau superficielle de l'ensemble du territoire agricole.

L'emmagasinement, à proximité des cultures, dans de petits ouvrages, des excédents d'eaux des périodes pluvieuses, eaux qui s'écouleraient inutilement dans les rivières, constitue évidemment une solution fragmentaire du problème.

En zone « humide » une telle solution sera souvent la seule économiquement possible. En juillet, l'arrosage d'une centaine d'hectares exigera un prélèvement continu de l'ordre de 50 litres par seconde et il sera rare de trouver, à proximité, une source ou un ruisseau pouvant fournir un tel débit.

La pièce maîtresse de tels systèmes d'irrigation de complément, en terrain tant soit peu vallonné, serait donc un petit lac artificiel de 30 à 150 000 mètres cubes formé derrière une digue de 5 à 12 mètres, pour ne retenir que les données moyennes. Il permettra d'arroser une surface de quelques dizaines d'hectares appartenant à un ou plusieurs agriculteurs réunis éventuellement en association syndicale. Tel est le schéma-type du système qui, d'ici quelques années, constellera sans doute le territoire français avec une mosaïque de taches de surfaces arrosées. En Italie, le programme décennal comporte 7 000 lacs collinaires retenant au total 450 millions de mètres cubes d'eau et permettant d'irriguer 300 000 hectares. Nos possibilités pourraient être à la même échelle si des ressources financières étaient créées ou accordées en suffisance.

Des craintes sont souvent exprimées au sujet des risques de comblement des lacs collinaires par les apports solides. Sauf cas très particuliers, ces craintes sont assez peu fondées sous nos climats métropolitains. Dans le Midi méditerranéen où l'érosion est la plus forte, les débits solides ne dépassent guère 3 à 6 mètres cubes par hectare et par an. En général, les réservoirs collinaires sont aménagés à l'aval de bassins versants très exigus, presque en tête des vallons des collines. Pour un réservoir de 100 000 mètres cubes et un bassin versant de 200 hectares, il faudrait cinquante ans avec un débit solide unitaire de 5 mètres cubes par an pour colmater la moitié de la capacité utile.

Les craintes concernant l'importance accrue de l'évaporation sur les petites réserves sont assez peu fondées. Sous le climat du sud-est la tranche évaporée ne dépasse pas 1 mètre par an, elle représenterait donc au plus 10 à 15 p. 100 du volume utile emmagasiné.

Bien entendu, l'étude du remplissage de la retenue doit faire l'objet d'une étude sérieuse. Il sera rare en France de ne pas pouvoir recueillir 2 000 à 2 500 mètres cubes par hectare. Ces volumes sont sensiblement ceux qu'il est nécessaire d'apporter en moyenne dans les zones d'irrigation de complément, d'où la règle simplifiée : 1 hectare de bassin versant permet d'irriguer 1 hectare de culture.

Au point de vue technique, les deux problèmes qui méritent une attention poussée sont ceux de la stabilité de la digue et de la dimension de l'évacuateur des crues. Des études complètes de mécanique du sol et d'imperméabilité des digues sont effectuées par divers organismes;

en particulier, le Centre de Recherches et d'Expérimentation du Génie rural a créé dans ce but un laboratoire spécialisé qui vient d'être doté d'une camionnette-laboratoire pour les vérifications de chantiers. Mais les risques les plus grands proviennent de la submersion éventuelle du sommet de la digue par une crue exceptionnelle. En effet, à probabilité égale d'apparition, le débit de crue par kilomètre carré de bassin versant est d'autant plus grand que la surface de celui-ci est plus petite, l'effet de dispersion dans le temps et dans l'espace étant réduit au minimum. Aucune sous-estimation n'est admissible et il ne faut pas s'étonner d'avoir à évacuer des débits de l'ordre de 15 m^3/sec/km^2. En Afrique du Nord, on nous cite des petits réservoirs dont la longueur de l'évacuateur de crue serait voisine de la moitié de celle de la crête de la digue.

En bref, en dépit de leur rusticité de tels ouvrages n'en demandent pas moins des études préalables approfondies et dès que les digues dépassent 4 à 5 mètres de haut, il est indispensable de faire appel pour l'étude du projet à des techniciens qualifiés.

Avec de telles précautions, il est probable que ce nouveau type d'équipement rural doit avoir un développement rapide en France avec l'irrigation comme objectif essentiel. Mais d'autres perspectives d'utilisation sont offertes à ces réservoirs. Réalisés en grand nombre sur un bassin versant ils peuvent contribuer à l'écrêtement des crues d'automne, car ils seront vides à la fin de l'été. Ces points d'eau artificiels peuvent jouer ainsi un rôle dans la lutte contre les incendies, surtout de forêts. Ailleurs, ils peuvent servir d'abreuvoirs, y compris dans certains alpages. Déjà, ils servent à la lutte contre le gel par aspersion, en Allemagne en particulier. Leur attrait sera certain comme lieu de pêche et de baignade, ils pourront donner une vocation touristique à certains villages et constituer aussi un vrai « investissement social ».

Ces réalisations s'inscrivent d'ailleurs naturellement dans les régions de collines ou de montagne dont l'économie agricole est souvent inférieure à celle des grandes plaines. Ils peuvent donc jouer un rôle important dans une évolution de l'agriculture de zones parfois déshéritées.

BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE

(1) Les lacs collinaires italiens, par René Clément et Roland Darves-Bornoz, ingénieurs du Génie rural. *Bulletin du C.R.E.G.R.*, n° 36.

(2) Une solution nouvelle à l'irrigation des zones de collines : les petites retenues de digues en terre, par R. Darves-Bornoz, ingénieur du Génie rural. *Bulletin technique d'Information des Ingénieurs des Services agricoles* (mai 1959).

(3) Petits lacs artificiels polyvalents et aménagement rural, par R. Darves-Bornoz. *Travaux communaux* (février 1960).

(4) Les petits barrages d'irrigation permanente en Tunisie, par Tixeront, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. *Terres et Eaux* (juillet 1960).

INFLUENCE DU TAUX D'ABSORPTION DES LIPIDES ALIMENTAIRES SUR L'ABSORPTION DES STÉROLS ET LA CHOLESTÉROLÉMIE DU RAT

par **A. Rouquès** et **D. Bargeton** (*)
(avec la collaboration technique de **M. T. Mazaudier**)

(*Note présentée par* **M. Lavollay**)

Le fait que le cholestérol sérique dépende de la nature et de la quantité des lipides alimentaires est bien établi (11, 13, 14) (**), mais l'accord est

(*) On trouvera un exposé plus complet des résultats expérimentaux utilisés pour ce travail dans la thèse présentée par A. Rouquès le 14 juin 1960 pour le titre d'Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

(**) On ne cite ici que des revues générales résumant l'ensemble de la littérature.

loin d'être fait sur les modalités de cette dépendance. Ainsi Keys et collaborateurs (8, 9, 10) admettent que l'ingestion de graisses polyinsaturées abaisse le taux de cholestérol sérique alors que celle de graisses saturées entraîne une élévation et que celle de graisses monoinsaturées ne le modifie pas. Ahrens et collaborateurs (3) discutant cette interprétation arrivent à des conclusions différentes.

Dans toutes ces expériences les graisses alimentaires sont fournies par des corps gras naturels de composition complexe et imparfaitement connue. On pouvait penser que l'on serait conduit à des observations plus faciles à interpréter si les graisses alimentaires étaient exclusivement fournies sous une forme synthétique de composition bien établie. Malheureusement, pour des raisons pratiques, il n'est pas possible de donner les acides gras essayés sous forme de triesters de glycérol comme dans les graisses naturelles, et on devra les administrer sous forme d'esters éthyliques. Or, alors que les graisses naturelles sont pratiquement absorbées en totalité dans le tube digestif quelle que soit leur nature, on sait qu'il n'en est pas de même dans le cas des esters éthyliques (12).

La seule connaissance de la quantité et de la nature des lipides alimentaires ingérés ne renseigne donc pas sur ce qui est réellement absorbé. De ce fait les observations de Horlick et Craig (6) sont difficiles à interpréter : ces auteurs ont administré successivement un régime riche en linoléate d'éthyle, conduisant à des valeurs basses de la cholestérolémie, puis un régime riche en stéarate d'éthyle : le cholestérol sérique n'augmente pas et les auteurs ont renoncé à interpréter leurs résultats. Ceci nous conduit à reproduire chez le Rat l'essai des effets sur le cholestérol sérique d'acides gras polyinsaturés ou saturés, donnés sous forme naturelle ou sous forme d'esters éthyliques dans des conditions telles que l'on puisse connaître la quantité effectivement absorbée.

Technique

L'expérimentation a porté sur 168 rats mâles pendant deux semaines. Les animaux, de souche Wistar, provenant de l'élevage du laboratoire où les conditions de reproduction, d'habitat et d'alimentation sont strictement contrôlées. Ils ont été répartis en 20 lots recevant des régimes alimentaires différents. Ces régimes sont établis de manière à tous fournir la même quantité d'énergie par gramme (soit 4,1 Cal/g). Les constituants non lipidiques, entièrement artificiels, sont ceux employés par Aftergood et collaborateurs (2), l'expérience a montré qu'ils asssurent convenablement l'entretien et la croissance du Rat.

Les lipides employés, dont la composition est connue par analyse, sont du linoléate, stéarate, palmitate ou oléate d'éthyle, huile de maïs ou d'olive ou du saindoux de porc.

Les lots A_1 et A_2 ont reçu le régime standard de l'élevage à titre de contrôle. La quantité et la nature des graisses d'origine naturelle apportées par ce régime sont connues par analyse.

On a déterminé par pesée la quantité de nourriture ingérée quotidiennement pour chacun des lots, ce qui permet de connaître la quantité de lipides ingérés. En fin d'expérience les acides gras fécaux sont dosés selon la technique de van de Kamer (7), les stérols fécaux d'après la technique de Abell (1) modifiée par Anderson et Keys (4), le cholestérol sérique selon la méthode de Schoenheimer et Sperry (15) modifiée par Sperry et Webb (16) (on trouvera par ailleurs une discussion de cette méthode (5)).

Résultats

Les tableaux I et II montrent les facteurs alimentaires étudiés, le tableau III donne leurs effets sur le cholestérol sérique.

TABLEAU I

Lots	En g/kg Rat/24 h			R (*)
	Acides gras ingérés	Acides gras fécaux	Acides gras retenus	
A_1. — Régime standard	3,04	0,49	2,55	83,8
A_2. — Régime standard	2,98	0,70	2,28	76,5
B. — Oléate d'éthyle 3,7 p. 100	1,85	0,16	1,70	91,5
C. — — 7,5 p. 100	3,75	0,39	3,36	89,6
D. — — 15,0 p. 100	6,77	0,89	5,88	86,9
E. — Stéarate d'éthyle 3,7 p. 100	1,98	1,24	0,74	37,4
F. — — 7,5 p. 100	3,90	2,90	1,00	25,5
G. — — 15,0 p. 100	7,68	3,73	3,95	51,4
H. — Linoléate d'éthyle 3,7 p. 100	1,75	0,16	1,59	90,7
I. — — 7,5 p. 100	3,54	0,18	3,36	95,0
J. — — 15,0 p. 100	5,83	0,19	5,65	96,8
K. — Palmitate d'éthyle 3,7 p. 100	1,97	0,78	1,19	60,3
L. — — 7,5 p. 100	3,82	1,51	2,31	60,4
M. — — 15,0 p. 100	7,42	2,67	4,74	64,0
N. — Huile d'olive 7,5 p. 100	3,50	0,16	3,34	95,5
O. — — 15,0 p. 100	7,73	0,31	7,42	96,0
P. — Huile de maïs 7,5 p. 100	3,62	0,15	3,47	95,7
Q. — — 15,0 p. 100	7,68	0,27	7,40	96,5
R. — Saindoux 7,5 p. 100	3,65	0,21	3,44	94,2
S. — — 15,0 p. 100	7,89	0,62	7,27	92,1

Ingestion et rétention des graisses

(Les valeurs sont rapportées en acide gras de poids moléculaire 284).

(*) $R = \frac{\text{Acides gras retenus}}{\text{Acides gras ingérés}} \times 100$

1° *Ingestion et élimination des graisses.* — Le tableau I permet de connaître par différence la quantité de lipides effectivement retenus. On confirme le fait bien établi (12) que les triglycérides naturels sont retenus en quasi-totalité, alors que les esters éthyliques le sont beaucoup moins bien, en particulier stéarate et palmitate.

2° *Ingestion et élimination des stérols.* — On peut constater (tabl. II) que les esters éthyliques ne sont pas contaminés par des quantités dosables de stérols. Par contre, l'huile de maïs et le saindoux en renferment de façon appréciable. Les quantités entraînées de stérols dans les féces sont importantes, en particulier dans le cas du stéarate ou du palmitate d'éthyle où l'élimination fécale dépasse l'ingestion. Au contraire, dans le cas de l'huile de maïs, on observe réellement une rétention de stérols.

La différence entre la quantité ingérée et la quantité éliminée de stérols est parfois positive (rétention de stérols) parfois négative (entraînement de stérols d'origine endogène). Cette différence a été appelée, pour plus de brièveté, « quantité de stérols échangés ».

3° *Cholestérol sérique.* Le tableau III donne les taux de la cholestérolémie avant et après deux semaines d'observation. Les valeurs les plus basses sont observées avec des régimes dont le lipide est du palmitate ou du stérarate d'éthyle (mal retenus et entraînant beaucoup de stérols), les plus élevées avec les triglycérides (bien retenus).

TABLEAU II

Lots	En mg/kg Rat/24 h (1) stérols totaux ingérés	(2) stérols fécaux totaux	(3) différence (1)-(2)	(4) R (*)
A_1. — Régime standard	69,70	33,61	—36,10	51,78
A_2. — Régime standard	68,33	34,90	+33,43	48,92
B. — Oléate d'éthyle 3,7 p. 100	—	19,75	—19,75	
C. — — 7,5 p. 100	—	23,52	—23,52	
D. — — 15,0 p. 100	—	29,99	—29,99	
E. — Stéarate d'éthyle 3,7 p. 100	—	31,93	—31,93	
F. — — 7,5 p. 100	—	51,74	—51,74	
G. — — 15,0 p. 100	—	43,93	—43,93	
H. — Linoléate d'éthyle 3,7 p. 100	—	26,31	—26,31	
I. — — 7,5 p. 100	—	22,32	—22,32	
J. — — 15,0 p. 100		18,11	18,11	
K. — Palmitate d'éthyle 3,7 p. 100	—	35,12	—35,12	
L. — — 7,5 p. 100		40,43	—40,43	
M. — — 15,0 p. 100	—	39,23	—39,23	
N. — Huile d'olive 7,5 p. 100	8,59	26,52	—17,93	
O. — — 15,0 p. 100	18,99	24,17	— 5,19	
P. — Huile de maïs 7,5 p. 100	29,94	29,61	+ 0,32	
Q. — — 15,0 p. 100	63,39	41,99	+21,40	
R. Saindoux 7,5 p. 100	7,42	12,21	— 4,79	
S. — — 15,0 p. 100	16,00	22,29	— 6,29	

Ingestion et élimination fécale des stérols

(Les quantités de stérols sont exprimées en mg de cholestérol donnant la même intensité de coloration à la réaction de Liebermann-Burchard.)

(*) $R = \frac{(1)-(2)}{(1)} \times 100$

Discussion

A) *Relation entre acides gras et stérols éliminés.* — On peut mettre en évidence une corrélation positive et hautement significative entre la quantité de stérols et la quantité d'acides gras fécaux (fig. 1) :

$$r = 0{,}7378 \qquad dl = 18 \qquad P < 0{,}001$$

En d'autres termes, la quantité de stérols retrouvés dans les fèces augmente en fonction linéaire avec la quantité d'acides gras éliminés : un lipide mal absorbé comme le stéarate d'Éthyle ou le palmitate d'Éthyle entraîne une grande quantité de stérols.

B) *Relation entre le taux de cholestérol sérique, la quantité d'acides gras retenus et la quantité de stérols échangés.* — On a pu mettre en évidence que le cholestérol sérique augmente en fonction linéaire avec d'une part la quantité d'acides gras retenus et d'autre part avec la quantité de stérols échangés, ces deux effets étant additifs et sans interaction. Cette relation est exprimée sous forme de régression multiple par l'équation :

TABLEAU III

Lots	Au début de l'expérience						Après 2 semaines d'observation					
	Effectif	Moyenne et erreur-type	Test d'homogénéité de l'ensemble des lots F	dl n_1	dl n_2	P	Effectif	Moyenne et erreur-type	Test de signification des différences entre les lots	t	dl	P'
A_1. — Régime standard	8	59,2 ± 5,5					8	62,2 ± 2,5	A_1 et A_2	1,356	22	> 0,10
A_2. — Régime standard	16	60,4 ± 1,9					16	67,1 ± 2,1				
B. — Oléate d'éthyle 3,7 p. 100 .	8	58,9 ± 2,8					8	63,9 ± 1,9	Entre les lots $A_1 + A_2$ groupés et chaque lot recevant un régime étudié	0,544	30	> 0,20
C. — — 7,5 p. 100 .	8	58,8 ± 2,3					8	63,9 ± 2,0		0,567	30	> 0,20
D. — — 15,0 p. 100 .	8	58,8 ± 0,6					8	71,8 ± 3,1		1,814	30	> 0,20
E. — Stéarate d'éthyle 3,7 p. 100. .	8	59,2 ± 1,9					8	64,8 ± 2,0		0,255	30	> 0,20
F. — — 7,5 p. 100. .	8	60,2 ± 2,7					7	64,5 ± 2,5		0,343	29	> 0,20
G. — — 15,0 p. 100. .	8	58,9 ± 0,9					8	57,7 ± 3,2		2,313	30	< *0,05*
H. — Linoléate d'éthyle 3,7 p. 100 .	8	58,8 ± 1,5					8	53,8 ± 3,6		3,330	30	< *0,01*
I. — — 7,5 p. 100 .	8	58,7 ± 1,1	0,093	19	148		8	62,5 ± 1,7		1,025	30	> 0,20
J. — — 15,0 p. 100 .	8	59,2 ± 1,9					8	67,7 ± 2,8		0,605	30	> 0,20
K. — Palmitate d'éthyle 3,7 p. 100 .	8	58,7 ± 2,5					8	60,9 ± 3,7		1,091	30	> 0,20
L. — — 7,5 p. 100 .	8	59,6 ± 2,0					8	55,9 ± 4,4		2,520	30	< *0,05*
M. — — 15,0 p. 100 .	8	59,2 ± 3,3					8	57,0 ± 3,6		2,402	30	< *0,05*
N. — Huile d'olive 7,5 p. 100. . .	8	60,2 ± 3,1					8	83,0 ± 4,8		4,326	30	< *0,001*
O. — — 15,0 p. 100. . .	8	61,0 ± 2,3					8	79,7 ± 5,4		3,312	30	< *0,01*
P. — Huile de maïs 7,5 p. 100 . .	8	59,5 ± 3,3					8	80,8 ± 3,1		4,473	30	< *0,001*
Q. — — 15,0 p. 100 . .	8	61,1 ± 2,2					8	86,0 ± 5,9		4,578	30	< *0,001*
R. — Saindoux 7,5 p. 100	8	60,9 ± 4,2					8	75,8 ± 3,0		3,005	30	< *0,01*
S. — — 15,0 p. 100	8	60,9 ± 4,7					8	80,8 ± 3,2		4,394	30	< *0,001*

Cholestérol sérique en mg/100 cm³ (moyenne et erreur-type)

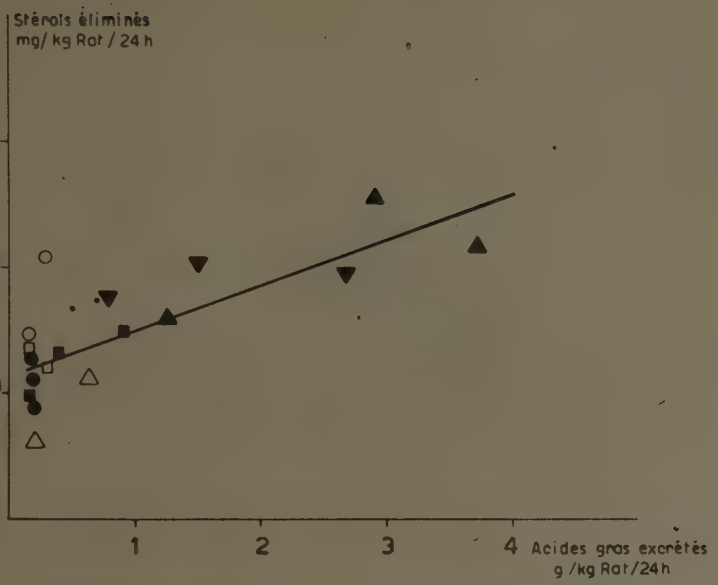


FIG. 1. — Quantité de stérols éliminés en mg/kg Rat 24 h en fonction de la quantité d'acides gras éliminés en g/kg Rat/24 h.
- Régime standard de l'élevage.
- ▲ Stéarate d'éthyle.
- ▼ Palmitate d'éthyle.
- ■ Oléate d'éthyle.
- ● Linoléate d'éthyle.
- △ Saindoux.
- □ Huile d'olive.
- ○ Huile de maïs.

$$Y = 60,83 + 2,48\ X + 0,12\ Z \pm 11,44$$

avec Y = cholestérol sérique en mg/100 cm³
X = quantité d'acides gras retenus en g/kg Rat/24 h
Z = quantité de stérols échangés en mg/kg Rat/24 h

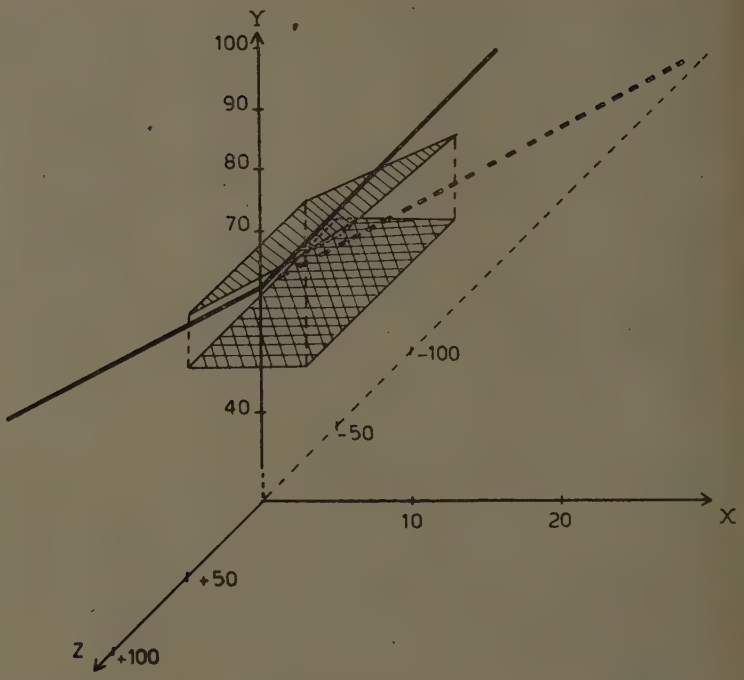
le coefficient de corrélation multiple correspondant $R_{X, YZ} = 0,4933$ est hautement significatif ($dl = 163$ $P < 0,001$).

Ce résultat peut être représenté graphiquement dans un espace à trois dimensions où le cholestérol sérique est figuré par l'ordonnée des points d'un plan ayant pour équation l'équation de régression multiple (fig. 2). Ainsi, les valeurs les plus basses de la cholestérolémie sont observées lorsque les deux conditions suivantes sont réalisées :

a) les quantités d'acides gras retenus sont les plus faibles;

b) les quantités de stérols entraînés dans les fèces sont les plus grandes.

Or, les quantités d'acides gras retenus peuvent être restreintes soit par l'abaissement du taux de lipides dans le régime, soit par l'utilisation d'une matière grasse peu assimilable. L'usage d'une graisse mal absorbée a en outre pour conséquence d'augmenter l'élimination fécale des stérols, comme il a été montré plus haut (fig. 1).



-29-

FIG. 2. — Plan de régression du cholestérol sérique Y en mg /100 cm³ en fonction de :
— la quantité d'acides gras retenus X en g /kg Rat /24 h;
— la quantité de stérols « échangés » Z en mg /kg Rat /24 h. après 2 semaines d'observation. Les parties hachurées représentent les plages réellement observées :
▨ au début de l'expérience;
▩ après 2 semaines d'observation.

CONCLUSIONS

Ces observations, sans envisager le rôle de la nature des lipides alimentaires, montrent que des effets importants sont liés simplement à la quantité de graisses retenues, indépendamment de leur nature, et que les effets sont également liés à l'élimination fécale des stérols.

On constate d'une façon générale que les valeurs les plus basses du taux de cholestérol sérique s'observent lorsque la quantité de stérols fécaux excrétés est importante et que la quantité de graisses absorbées est faible, soit du fait de la quantité ingérée, soit du fait de leur absorption.

Nous adressons nos remerciements à MM. Perdigon et Bieder pour la précieuse collaboration qu'ils nous ont apportée dans l'exécution de ce travail, à la Société Chimie et Atomistique, 98, rue de Sèvres à Paris, pour les facilités matérielles qu'elle nous a accordées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Abell (L. L.), Lévy (B. B.), Brodie (B. B.) et Kendall (F. E.). — *J. Biol. Chem.*, 1952, **195**, 357.
(2) Aftergood (L.), Deuel (H. J.) et Alfin-Slater (R. B.). — *J. Nutrit.* U.S.A., 1957, **62**, 129.
(3) Ahrens (E. H.), Hirsch (J.), Insull (W.) et Peterson (M. L.). — Dietary fats and human serum lipide levels, in Chemistry of Lipides as Related to Atherosclerosis. Page I H. Ed., Thomas C.C. Pub. Springfield, Ill. U.S.A., 1957.
(4) Anderson (J. T.) et Keys (A.). — *Clin. Chem.*, 1956, **2**, 145.
(5) Bargeton (D.), Tricaud-Redel (M. E.) et Gros (P.). — *Rev. Fr. Et. Clin. Biol.*, 1959, **4**, 326.
(6) Horlick (L.) et Craig (B. M.). — *Lancet*, 1957, **11**, 566.
(7) Kamer (Van de H.), Bokkel-Huininck (T.) et Weyers (H. A.). — *J. Biol. Chem.*, 1949, **177**, 347.
(8) Keys (A.), Anderson (J. T.) et Grande (F.). — *Lancet*, 1957, **1**, 787.
(9) Keys (A.), Anderson (J. T.) et Grande (F.). — *Lancet*, 1957, **11**, 959.
(10) Keys (A.), Anderson (J. T.) et Grande (F.). — *Circulation*, U.S.A., 1959, **19**, 201.
(11) Kritchevsky (D.). — *J. Amer. Oil Chemist's Soc.*, 1959, **36**, 111.
(12) Lin (T. M.), Karvinen (E.) et Ivy (A. C.). — *Amer. J. Physiol.*, 1956, **187**, 170.
(13) Olson (R. E.). — *Ann. Rev. Biochem.*, 1959, **28**, 467.
(14) Portman (O. W.) et Stare (F.). — *Physiol. Rev.*, 1959, **39**, 407.
(15) Schoenheimer (R.) et Sperry (W. M.). — *J. Biol. Chem.*, 1934, **106**, 745.
(16) Sperry (W. M.) et Webb (M.). — *J. Biol. Chem.*, 1950, **187**, 97.

M. André. — Je voudrais dire un mot sur l'huile de Maïs qui est considérée, en ce moment, comme la panacée contre l'accumulation des stérols dans le sang. On dit que c'est parce qu'elle est riche en acide linoléique.

Cette huile de Maïs était, il n'y a pas très longtemps, un sous-produit de l'industrie de la maïserie dont on ne savait que faire. Nous en achetions un peu en Belgique au moment où il y avait des friteries ambulantes qui circulaient dans la capitale; elles vendaient des portions de poissons frits et des beignets. A ce moment j'avais demandé à ceux qui faisaient cette vente quelle huile ils employaient comme huile à friture. Ils m'ont répondu : l'huile de Maïs parce que c'est la moins chère de toutes. Où l'achètaient-ils? Elle venait de Louvain.

Actuellement, l'huile de Maïs connaît une période de grande splendeur. On la vend plus cher que les autres, même que l'huile d'Olive. L'acide linoléique que contiennent différentes huiles, et l'huile de Maïs en particulier, a toutes les faveurs, c'est lui qui guérit les maladies de la circulation et peut être d'autres encore!

Si l'on voulait classer les huiles actives contre la cholestérolémie d'après leur teneur en acide linoléique, celle qui viendrait en tête c'est l'huile de Carthame qui en contient jusqu'à 80 p. 100. Viendraient ensuite l'huile de Noix, l'huile de Soleil, l'huile d'Œillette, l'huile de Maïs ne viendrait qu'au quatrième ou cinquième rang.

Les physiologistes affirment qu'elle donne des résultats meilleurs que les autres malgré son indice d'iode un peu plus faible. On a supposé qu'il y avait quelque composé synergique dans cette huile. Les germes de céréales sont riches en vitamine E et ce serait l'association des tocophérols avec l'acide linoléique qui serait particulièrement efficace.

Je vous donne ces opinions pour ce qu'elles valent. En tout cas, il est affirmé, dans les traités de physiologie, par exemple, que l'organisme animal est incapable de fabriquer de l'acide linoleique. Il y a là une contre-vérité certaine.

Le cheval fabrique de l'acide linoléique et de l'acide linolénique avec les aliments qu'on lui donne c'est-à-dire de l'herbe, du foin, de l'avoine. Si vous mettez dans un pré une vache et une jument et si vous leur donnez exactement le même régime, la graisse de jument contiendra

de l'acide linoléique et de l'acide linolénique et celle de la vache n'en contiendra que fort peu.

Il en va de même du lait de jument dont la graisse contient de l'acide linoléique et davantage encore d'acide linolénique. Pour ma part, je crois que c'est la jument qui les fabrique. Les deux animaux ne reçoivent-ils pas la même nourriture?

L'affirmation que la cellule animale est incapable de produire de l'acide linoléique est contredite par divers faits. Je pourrais en citer plusieurs autres. Je me conterai de citer seulement un second exemple : celui du ver à soie. La chenille de cet insecte mange des feuilles de mûrier. Il n'y a pas d'acide linoléique dans les feuilles de mûrier et cependant il y en a dans l'huile que l'on peut extraire des chrysalides, produit résiduaire du dévidage des cocons dont on ne sait que faire et que l'on a essayé de valoriser.

Tout ceci prouve que les physiologistes ont comme des œillères qui orientent leurs regards dans une seule direction. Ils ont une tendance bien trop grande à généraliser aux animaux supérieurs et à nous-mêmes les résultats des expériences qu'ils font sur des rats blancs.

Quand on fait de la physiologie, on tient surtout à étudier notre propre cause et à nous défendre contre les maladies qui peuvent être dues à notre alimentation. Je n'insiste pas davantage; il y aurait beaucoup à dire sur tout cela.

Je terminerai en disant que j'ai la conviction absolue que l'acide linoléique tel qu'on le trouve dans la nature, n'est pas un composé unique. A ma connaissance, il en existe au moins deux. Celui que l'on retire des graisses animales n'est pas toujours identique à celui qui existe dans les graisses végétales. Ce chapitre de la lipochimie mériterait d'être approfondi. Son étude devrait se faire en liaison étroite entre physiologistes et chimistes. Les physiologistes ne demandent pas assez aux chimistes où en est la question de tel ou tel acide gras. Ils prennent les résultats consignés dans les livres et les enregistrent comme monnaie entièrement valable, ce qui n'est pas toujours le cas. La vérité des chimistes et la vérité des physiologistes sont l'une et l'autre des vérités humaines c'est-à-dire des vérités mélangées d'erreur. On a dit, pudiquement, que les vérités de la biochimie sont toujours des « vérités nuancées ».

M. Marcenac. — J'ai demandé la parole pour dire ce que vient d'exprimer M. André, beaucoup plus savamment que je n'aurais pu le faire, sur la question des corps gras mis en œuvre dans l'intéressante communication rapportée par M. Lavollay.

Je pense personnellement qu'il est indispensable, au premier chef, d'affirmer que des différences importantes existent dans les résultats des régimes appliqués aux diverses espèces animales; on ne peut transposer à l'homme, aux poulets, au chien, au cheval..., les conclusions des protocoles employés pour les rats.

Je demande à M. Lavollay, à propos des taux de cholestérol indiqués dans le travail des auteurs, quelle est la teneur normale des rats en cholestérolémie; je crois ne pas avoir entendu, dans le rapport donné, ce renseignement de base, avant tout régime spécial.

Cette communication m'intéresse d'autant plus qu'il y a quelques mois, en présentant une note de mes Collègues d'Alfort sur les aliments « supplémentés » en antibiotiques à l'usage des poulets, je m'étais permis, sans méconnaître les résultats obtenus en poids gagné, de garder quelques réserves à propos d'une généralisation éventuelle de ces méthodes susceptibles de provoquer des désordres chez les consommateurs de ces viandes qu'on peut qualifier « d'artificielles ».

Il se trouve, par ailleurs, que depuis mon intervention rappelée ci-avant, j'ai appris, par des publications anglo-saxonnes, que la cholestérolémie des volailles pouvait être extrêmement variable, ce qui complique

grandement le problème des recherches entreprises ou à décider dans ces domaines.

M. Lavollay. — Il est bien connu que, sous l'influence du régime, le poulet développe assez facilement des plaques athéromateuses. Le rat, par contre, y est réfractaire.

La cholestérolémie du rat a déjà fait l'objet d'études très sérieuses de M. Bargeton et de ses collaborateurs. Ces études ont montré que le taux de cholestérol sérique passe par un minimum qui correspond à un âge déterminé : l'étude de l'influence des facteurs alimentaires est faite sur des animaux de cet âge. La cholestérolémie des animaux nourris au régime standard est indiquée dans le texte des auteurs : sa valeur est relativement constante (60 mg /100 cm^3).

MM. André et Marcenac ont à juste raison rappelé l'importance qui est généralement attribuée aux acides gras non saturés et polyinsaturés. Mais les travaux les plus récents ont conduit à des interprétations contradictoires.

Les auteurs de la présente note, eux-mêmes, montrent qu'un régime comprenant du stéarate d'éthyle (ester d'acide gras saturé) conduit à un taux de cholestérol sérique inférieur à celui qui correspond au régime comprenant la même proportion d'huile de Maïs (riche en acides gras non saturés). Mais le stéarate d'éthyle est beaucoup moins bien utilisé dans le tube digestif : une partie de l'acide gras est éliminée dans les fèces et tout se passe comme si l'animal en avait reçu une quantité moindre; en outre la fraction éliminée favorise l'élimination des stérols.

Pratiquement, ce travail aboutit à une sorte de réhabilitation des matières grasses mal utilisées dans le tube digestif.

IMPRIMÉ
PAR L'IMPRIMERIE ALENÇONNAISE
PLACE POULET-MALASSIS, ALENÇON
(ORNE) (FRANCE)

Dépôt légal : 4e trimestre 1960
— N° d'ordre : 5.601 —

C. P. P. P. : 23.579

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 800 à 900 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1960 sont les suivants :

	France et Communauté Française	*Étranger Maroc, Tunisie, Indochine, Guinée*
Abonnement annuel	15 N F	18 N F
Numéro au-dessous de 50 pages .	1,25 »	1,60 »
Numéro de 50 pages et plus . .	1,50 »	2 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C. C. P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 25 N F la collection reliée et de 20 N F en fascicules séparés.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 5 N F; millésimées : 6 N F.

N° 15

SÉANCE DU 9 NOVEMBRE 1960

Présidence de M. DE VILMORIN

M. le Président. — Décès d'un Correspondant national . . . 859

M. le Secrétaire perpétuel. — Un programme d'études sur les Aspects et les Étapes de la Recherche agronomique en France. 859

I. M. Hénin. — L'interprétation du fait expérimental en agronomie : son évolution 859

Observations : **MM. Barbier, Lavollay, Leroux, Baratte, Leroy, Chombart de Lauwe, Ferrand, Hénin** 863

M. Prévot. — Utilisation du diagnostic foliaire à l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.). (*Note présentée par* **M. Ferrand**) 866

Observations : **MM. Leroux, Ferrand** 868

MM. Mougin et Auriol. — Établissement de formules barymétriques pour les vaches de race Montbéliarde. (*Note présentée par* **M. Leroy**) 869

MM. Sorel et Cassou. — Une méthode d'appréciation de la vitalité de la semence fraîche de taureau. (*Note transmise par* **M. Jacquet,** *correspondant*) 875

M. Bonadonna, *correspondant.* — La production des « balots » aux îles Philippines 880

Observation : **M. Letard** 881

M. Folejewski. — Les indicateurs hématologiques de la valeur de l'élevage d'animaux de ferme. (*Note transmise par* **M. Fudakowski,** *membre de l'Académie*) 882

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1960

Présidence de M. DE VILMORIN

M. le Secrétaire perpétuel. — Parmi les ouvrages reçus. . . 893

M. Cramois. — Sur le dernier Rapport de la Caisse nationale de Crédit agricole 893

Observations : **MM. Ferré, Noilhan, Baratte, Cramois, le Président** 897

M. Aubert. — Classification et cartographie des sols ; observations à la suite du VII[e] Congrès international de la Science du sol 901

Observation : **M. Guinier** 903

M. Calvet. — L'avenir des lacs collinaires en France. . . . 904

MM. Rouquès et Bargeton. — Influence du taux d'absorption des lipides alimentaires sur l'absorption des stérols et la cholestérolémie du Rat. (*Note présentée par* **M. Lavollay**) 906

Observations : **MM. André, Marcenac, Lavollay**. . 913

Le Gérant : BERNARD GRISARD.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
C. P. P. P. 23.579 N° 15. — 12-60 — 5.601